최종 연구보고서

한국어의 운율분석 및 음운의 문절표기에 관한 연구

수탁기관 : 서울대학교 인문대학

한 국 전 자 통 신 연 구 소

제 출 문

한국전자통신연구소장 귀하

본 보고서를 한국어의 운율분석 및 음운의 분절표기에-관한 연구의 최종연구보고서로 제출합니다.

1993년 12월 31일

수탁기관 : 서울대학교 인문대학
수탁기관장 :
수탁책임자 : 이 현복 (인)
참여연구원 : 김 영송
이 호영
김 정원
성 철재
윤 일승
이 재강
정 일진
조 운일
진 남택
최 혜원

요 약 문

1. 제목 : 한국어의 운율 분석 및 음운의 분절 표기에 관한 연구

2. 연구의 목적 및 중요성

1) 연구의 목적

본 연구는 한국어의 음성 데이터베이스 표준화를 위해서 스펙트로그램상의 분절방법과 분절 단위의 표기 방법을 논의하고, 한국어 표준말의 낭독체에 있어서 분절음과 구의 길이변동에 따른 리듬현상 및 조사의 유무에 따른 운율자질의 변화를 음향음성학적으로 규명해 보고자 한다.

2) 연구 개발의 중요성

한국어 음성 처리 연구는 외국 기술에 의존할 수 없는 분야로서, 장기적, 기초적으로 관련 각 분야의 전문가들의 공동 연구가 필요한 과제이다. 그리고 음성 분석, 인식, 합성에 기초 자료를 공급할 음성 공학적 응용을 목적으로 하는 본격적인 음성 신호 처리 연구가 활성화 되기 위해서는 이 분야에 대한 종합적이고도 체계적인 연구 투자와 관리가 장기적으로 요구된다. 이를 위하여 범국가적인 과제로 연구 장비 및 환경, 연구 paradigm을 동일화하여 음성 시료의 표준화, 연구 결과의 공동 활용 등 연구의 효율성을 극대화하여 기술 축적을 하여야 한다.

이 연구로 한국어 음성 연구의 표준화를 이루고 한국어 음성 분석에 최적인 패키지를 개발하여 관련 분야의 연구에 활성화를 이룰 수 있을 것이다.

3. 연구의 내용 및 범위

본 연구에서는 음성합성기와 음성인식기 개발에 필수적인 한국어 음성 데이타베이스를 구축하기 위한 기초연구로서 스펙트로그램과 파형 (sound wave)을 분절음 단위 및 분절음의 조음단계로 분절하는 기법 및 각 분절 단위의 표기 방법을 표준화하는 작업을 한다. 즉 스펙트로그램을 가지고 분절하는 기법을 논의하고, 각 분절단위를 국제음성학회의 원칙에 따라 어떻게 표기할 것인가를 논의한다.
그리고 문장내 구의 의치에 따른 특성을 통해 한국어 리듬구조를 밝혀 보고, 격조사의 생략에 따른 길이, 세기, 높이의 새가지 운율자질의 변화를 살펴본다.
스펙트로그램의 분절 및 그 표기법에 관한 연구는 부산대 김영송 교수와 부산수산대 이호영 교수가 담당하였고, 한국어의 리듬구조 및 격조사에 유무에 따른 운율자질의 변화에 관한 연구는 서울대 이현복 교수 연구진이 담당하였다.

본 연구에서 수행된 연구의 내용과 범위는 다음과 같다.
1) 연구방향 설정
2) 파라다임(분절기법, 음향자질) 설정
3) 스펙트로그램 자료를 변이음 단위로 분절하는 기법
4) 변이음들의 음향적 특성과 전사 방법
5) 문장에서의 위치에 따른 한국어 리듬구조의 특성
6) 격조사의 생략에 따른 운율 자질의 변화

4. 연구 결과

본 연구의 결과와 관련된 주요 내용은 다음과 같다.
1) 스펙트로그램 자료를 변이음 단위로 분절하는 기법 및 변이음들의 전사 방법
2) 우리말이 보여주고 있는 특징은 뒤따르는 어절의 숫자가 증가됨에 따라 입는 영향보다 선행어절의 숫자가 증가됨에 따라 받는 영향이 더 큰 Backward compensation의 경향을 보여준다고 할 수 있다. 또한 문미어절의 경우 여러 외국어에서 밝혀진 것과 마찬가지의 어말 장음화 현상을 확연히 보여주고 있다.
3) 격조사가 생략되면 그 말토막의 마지막 음절의 길이가 증가하며, 고저는 화자에 따라 차이를 보였다.

5. 활용에 대한 건의

본 연구의 결과는 우리말 음성인식 및 음성합성 기술향상에 관련된 음성DB의 한 부분이 될 수 있을 것이다. 이는 자동통역전화 구현에 필수적인 고품질의 우리말 합성, 인식장치 개발에 상당한 기여를 할 수 있을 것이다. 또한, 청각, 시각 및 언어장애자의 통신보조장비개발에 쓰임으로써 장애자 복지에 도움이 될 수 있을 것이다. 그 외에 한국어 언어학, 언어교육, 발음 교정, 언어치료 등에 귀중한 자료를 제공하여 음성과 관련된 제반 분야의 발전에 기여할 수 있을 것이다.

6. 기대 효과

본 연구결과는 인공지능의 voice part와 관련된 공학적 기술과 결합하여 우수한 성능의 합성장치 및 인식장치 개발에 사용될 수 있을 것이고 장애자 복지와 관련된 장비 및 발음교육 장비의 개발에도 이용될 수 있을 것이다.

목 차

1. 한국어 음성 데이터베이스 표준화를 위한 연구

--스펙트로그램상의 분절방법과 분절단위 표기 방법 --

1.1. 머리말

음성합성기와 음성인식기의 개발에 필수적인 한국어 음성 데이터베이스를 구축하려면 스펙트로그램과 파형 (sound wave)을 가지고 분절음 단위로, 또는 이와 병행하여 분절음의 조음단계 (articulatory event)별로 분절하는 기법을 표준화하고, 각 분절 단위를 어떻게 표기(labelling)할 것인가를 표준화하는 작업이 선결되어야 한다. 따라서 이 보고서에서는 스펙트로그램을 가지고 분절하는 기법을 논의하고. 각 분절단위를 국제음성학회 (International Phonetic Association)의 원칙에 따라 어떻게 표기할 것인가를 논의하고자 한다.

1.2. 파열음

한국어의 파열음은 조음자리에 따라 양순음 /ㅂ, ㅍ, ㅃ /, 치(조)음 /ㄷ, ㅌ ,ㄸ /, 그리고 연구개음 /ㄱ, ㅋ, ㄲ /으로 나뉘고, 긴장 (tenseness) 자질과 기(aspiration) 자질의 유무에 따라 /ㅂ, ㄷ, ㄱ /, /ㅍ, ㄷ, ㅋ /, 그리고 /ㅃ, ㄸ, ㄲ /으로 나뉜다. /ㅂ, ㄷ, ㄱ /은 조음기관의 긴장을 수반하지 않고 약간의 기를 수반하는 연음이고, /v, ㅌ, ㅋ /은 조음기관의 긴장과 강한 기를 수반하는 유기경음이며, /ㅃ, ㄸ, ㄲ /은 조음기관의 긴장을 수반하고 기를 거의 수반하지 않는 무기 경음이다.

(1) 한국어의 파열음:

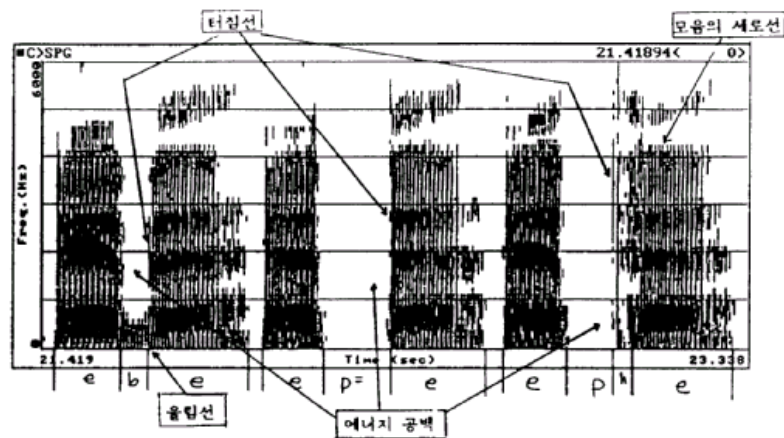
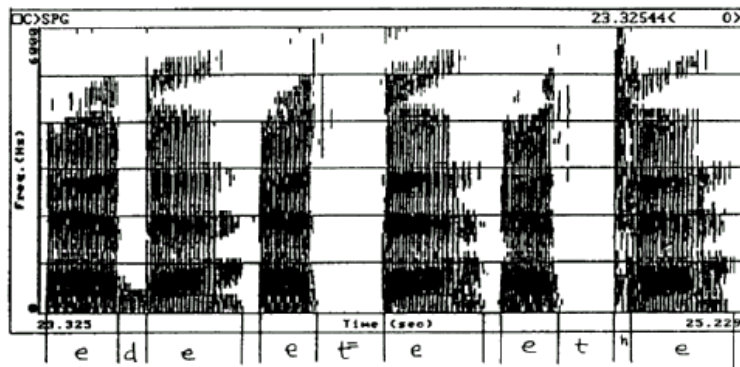
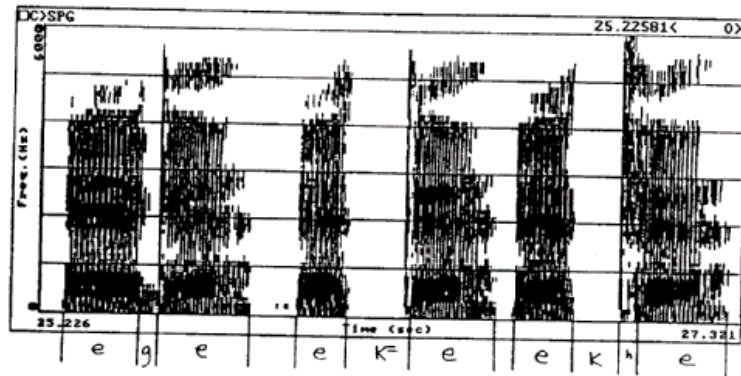
		양순음	치(조)음	연구개음
연음		ㅂ	ㄷ	ㄱ
경음	유기음	ㅍ	ㅌ	ㅋ
	무기음	ㅃ	ㄸ	ㄲ

파열음들은 다음의 세 조음단계를 거쳐 발음된다.

1단계: 두 조음기관을 접촉시켜 구강의 한 부분을 막는다 (막음단계).
2단계: 두 조음기관의 막음을 지속한다 (지속단계). 이 때 연구개는 상승하여 인두벽을 막고 있으므로 폐로부터 나오는 기류가 탈출하지 못한 채 입안에 갇혀서 압축되어 있다.
3단계: 두 조음기관을 떼서 구강을 개방한다 (개방단계). ㄷ 이 때 입안에 갇혀 있던 기류가 입 밖으로 탈출한다.

(2) ㄱ . 에베/에뻬/에페

ㄴ . 에데/에떼/에테

ㄷ. 에게/에께/에케

위의 예에서 보듯이 파열음의 세 조음단계는 모음 사이에서 잘 관찰된다. 경음파열음 /ㅃ, ㄸ, ㄲ, ㅍ, ㅌ, ㅋ /의 막음 지속기간 동안에는 기류가 구강과 인두강 안에 갇혀 있기 때문에 스펙트로그램에 에너지의 공백 (silence)이 생긴다. 연음 파열음 /ㄱ, ㄷ, ㅂ /은 모음 사이에서 종종 유성화되어 막음 지속기간 동안 성대의 진동이 일어나기 때문에 저주파수 대역에 울림선 (voice bar)이 생긴다. 연음 파열음의 막음 지속기간 동안 울림선 위의 주파수 대역에 에너지 공백이 생기는 것은 구강 안에서 기류가 갇혀 있어서 별도의 에너지가 분출되지 않기 때문이다.

파열음의 개방시점에는 구강 안에 갇혀 있던 기류가 구강 밖으로 급격히 터져 나오기 때문에 스펙트로그램에 세로의 터짐선 (burst)이 나타난다. 유기 파열음 /ㅍ, ㅌ, ㅋ /은 개방단계에서 강한 기 (aspiration)를 수반하기 때문에 스펙트로그램에 /ㅎ /과 매우 유사한 소음부 (noise)가 터짐선에 이어 나타난다.

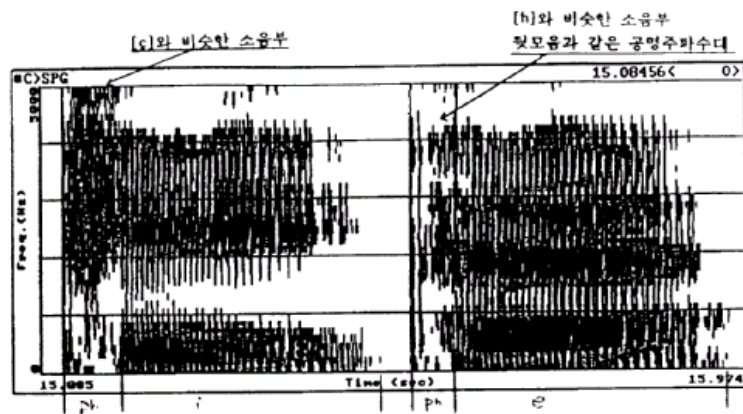
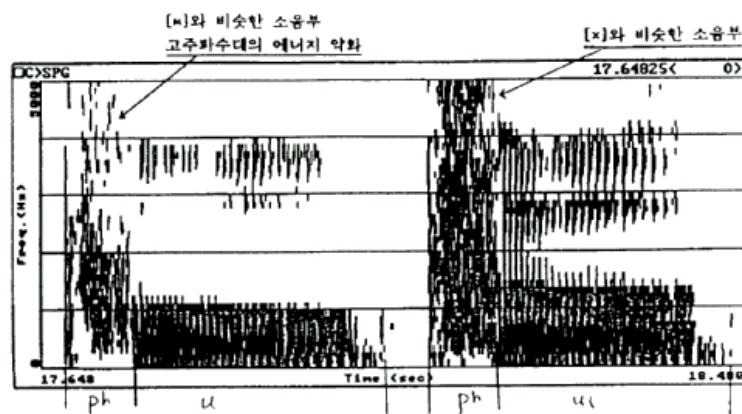
무기 파열음 /ㅃ, ㄸ, ㄲ /은 개방단계에서 기를 거의 수반하기 않기 때문에 스펙트로그램에 터짐선에 이어 순간적인 에너지 공백기나 전이 소음부 (transient noise)가 나타나고, 곧바로 다음 모음의 세로선 (striation)들이 이어 나타난다. 연음 파열음 /ㅂ, ㄷ, ㄱ /이 모음 사이에서 유성화 되면 개방단계에서 기를 거의 수반하지 않기 때문에 스펙트로그램에 터짐선이 나타나고 나서 곧바로 다음 모음의 세로선들이 나온다. 그러나 어두에서는 무성음으로 발음되고 약한 기를 수반하기 때문에 스펙트로그램에 터짐선이 나타난 다음 약 35 ms 정도의 전이 소음부가 나타나고, 이어서 모음의 세로선들이 나타난다.

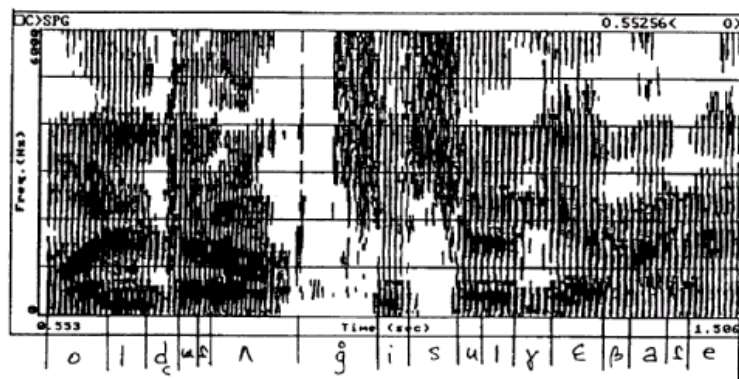
위의 스펙트로그램들에서 보듯이 파열음의 긴장정도는 모음 사이에서 나타나는 막음 지속기간의 길이로 측정할 수 있다. 경음은 조음의 긴장을 수반하므로 막음 단계의 지속시간이 연음보다 길수밖에 없다. 모음 사이에서 경음의 막음 지속시간은 연음의 막음 지속시간보다 두 배 이상 길게 나타난다. 그리고 모음 사이에서 경음은 앞모음을 짧게 만드는 성질이 있다. 연음에 앞서는 모음은 경음에 앞서는 모음보다 약 1.6 배 길게 발음된다.
파열음의 조음위치는 앞 모음의 뒷부분이나 뒤 모음의 앞부분에 있는 전이부(transition)와 터짐선의 에너지 집중대에 나타난다.
두 입술의 접근이나 막음은 F2 (제 2 공명주파수대)를 하강시키는 기능을 하고 혓날과 윗잇몸의 접근이나 막음은 F2를 상승시키는 기능을 한다. 따라서 양순음의 앞 모음에서는 F2의 하강전이가 일어나고 뒤 모음에서는 F2의 상승전이가 일어나는 반면 치조음의 앞 모음에서는 F2의 상승전이가 일어나고 뒤 모음에서는 F2의 하강전이가 일어난다.
연구개음은 치조음과 마찬가지로 F2를 하강시키는 기능을 하기 때문에 연구개음의 앞 모음에서는 F2의 상승전이가 일어나고 뒤 모음에서는 F2의 하강전이가 일어난다. 그러나 연구개음과 치조음은 F3의 전이에서 차이가 난다. 치조음과 양순음의 F3는 F2와 같은 방향으로 전이되는데 반해, 연구개음의 F3의 전이는 F2의 전이와 반대 방향으로 일어나거나 거의 일어나지 않는다.
유기 파열음의 기에는 F2와 F3가 나타날 뿐만 아니라 (F1은 나타나지 않음) F2와 F3의 전이가 나타나는데, 그 이유는 파열음의 개방 후 다음 모음의 조음을 위한 조음기관의 이동이 일어나기 때문이다.
터짐선의 에너지 집중대의 주파수 대역은 입술과 구강 안의 조음점의 길이에 의해 결정되기 때문에 치조음의 터짐선은 고주파수 대역의 에너지 집중대를 가지고 있고, 연구개음의 터짐선은 저주파수 대역의 에너지 집중대를 가지고 있다. 양순음의 경우에는 입술이 조음점이기 때문에 터짐선이 넓은 주파수 대역에 걸쳐 상대적으로 약한 에너지를 가지고 있다. 연구개음이 원순모음에 앞설 경우에는 에너지 집중대가 제대로 형성되지 못하는데, 그 이유는 입술 둥글임이 F2와 그 위의 주파수대의 에너지를 약화시키는 작용을 하기 때문이다.
/ㅂ , ㄷ , ㄱ /은 무성의 연음이므로 /ḅ , ḍ , ġ/로 표기하기로 한다. 이 표기는 연음이 유성음 사이에서 유성화되어 [b, d, g]로 바뀐다는 사실도 설득력 있게 나타낼 수 있다는 장점도 있다. /ㅍ , ㅌ , ㅋ /은 유기 경음이므로 기자질을 나타내는 부호인 [h]를 사용하여 /ph, th, kh]로 표기하기로 한다. 그리고 /ㅃ , ㄸ , ㄲ /은 무기 경음이므로 무기음임을 나타내는 부호인 [=]을 사용하여 /P=, t=. k=/로 표기하기로 한다.

1.2.1. 양순파열음 /ㅂ , ㅍ , ㅃ /

양순파열음은 두 입술을 닫고 연구개는 상승시켜 비강통로를 막아 폐로부터 나오는 기류를 구강 안에 가두어 두었다가 두 입술을 떼어 입안에 압축되어 있는 기류를 뿜어내면서 발음한다.

양순파열음은 전실 구개 모음 /i/와 경구개 반모음 /j/ 앞에서는 구개음화되어 [b̥ʲ, pʱʲ, p=ʲ]로 발음되고 (예: 병 [b̥ʲjʌŋ]), 원순모음 /o, u, ø/와 원순 연구개반모음 /w/ 앞에서는 원순음화 되어 [b̥ʷ, pʱʷ, p=ʷ]로 발음되며 (예: 뽕 [p=ʷoŋ]), 원순 전설 구개 모음 [y]와 원순 경구개 반모음 [ɥ] 앞에서는 구개음화되고 원순음화 되어서 [b̥ʸ, pʰʷ,p=ʸ]로 발음 된다 (예: 뾰족한 [p=ʸɥodzʑokʰan).

(3) ㄱ. 피 ㄴ . 페

(4) ㄷ . 푸 ㄹ . 프

구개음화되거나 원순음화 된 양순 파열음의 음향적 특징은 유기 경음인 /ㅍ /의 경우에 가장 잘 나타난다. 위의 스펙트로그램에서 보듯이 구개음화된 /ㅍ / -- [p^{hj}]-- 는 개방 후 구개음화된 /ㅎ /의 변이음인 [ç]어의 소음부와 매우 유사한 소음부가 나타난다. 그리고 원순음화된 /ㅍ / -- [$p^{ɦw}$] -- 는 개방 후에 나타나는 소음부에서 /ㅎ /의 변이음인 [M]과 마찬가지로 고주파수 대역 (특히 3000Hz 이상)의 에너지 약화현상이 나타난다.
/ㅂ , ㅃ /의 경우에는 위와 같은 음향적인 특징은 나타나지 않고 뒤 모음 앞쪽의 전이부 (transition)에 구개음화와 원순음화의 특징이 나타난다.
양순 파열음들은 어말이나 양순 파열음 앞에서 중화, 경음화, 무파화 되어 [p̚]로 발음되며 (예: 밥 [b̥ap̚]), 다른 조음자리의 장애음 앞에서는 중화, 경음화, 무음 개방되어서 [p] 발음된다 (예: 밥통 [b̥aptʰoŋ]).
연음 /b̥/는 같은 말토막 안의 유성음 사이에서 유성음화되어 [b]로 발음되며, 모음 사이에서는 약화되어 [β]로 발음되기도 한다 (예: 가보 [g̊abo]/[g̊aβo]).

(4) 올 들어 기술개발에 위의 스펙트로그램에서 보듯이 약화된 /ㅂ , ㄷ, ㄱ /은 저주파수 대역에 울림선이 있으며, 구강 내의 막음이 불완전하기 때문에 고주파수 대역에도 공명주파수대를 가지고 있다.

(5) 양순 파열음의 변이음들:

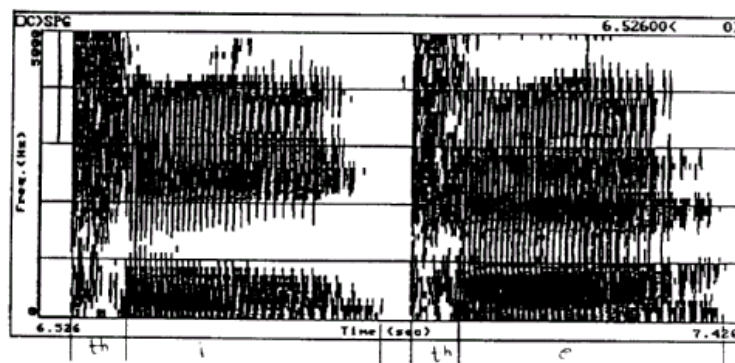
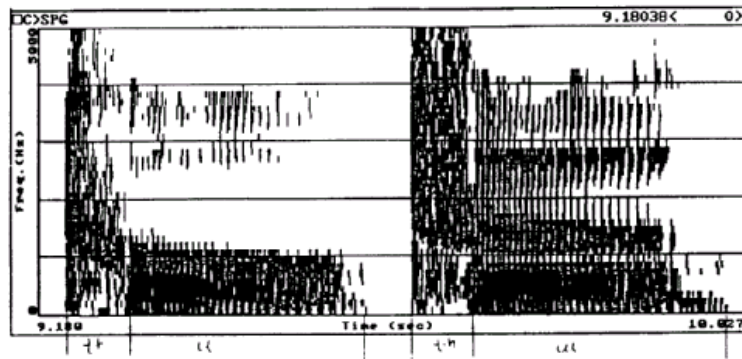
1) [b̥ʲ, pʰʲ, p̿ʲ]: i, j 앞에서
2) [b̥ʷ, pʰʷ, p̿ʷ]: o, u, ø, w 앞에서
3) [b̥ʸ, pʰʸ, p̿ʸ]: y, ɥ 앞에서
4) [b̥, pʰ, p̿]: 그 밖의 다른 모음 앞에서
5) [p̚]: 어말이나 양순파열음 앞에서
6) [p]: 다른 조음자리의 장애음 앞에서
7) [b]: b̥가 같은 말토막 안의 유성음 사이에서
8) [β]: b̥가 모음 사이에서 수의적으로

1.2.2. 치(조)파열음 /ㄷ , ㅌ , ㄸ /

/ㄷ, ㅌ, ㄸ /은 혓날을 윗잇몸에 대고 연구개를 상승시켜 비강통로를 막아 폐로부터 나오는 기류를 구강 안에 가두어 두었다가 혓날을 윗잇몸에서 떼어 입안에 갇혀있던 기류를 입 밖으로 내뿜으면서 발음한다.

치(조)파열음은 전설 구개 모음 /i/와 경구개 반모음 /j/ 앞에서는 구개음화되어 [d̥ʲ, tʰʲ, t̿ʲ] 로 발음되고 (예: 띠 [t=j i]), 원순모음 /o, u, ø/와 원순 연구개 반모음 /w/ 앞에서는 원순음화 되어 [d̥ʷ, tʰʷ, t̿ʷ]로 발음되며 (예: 통보[tʰʷoŋbo]), 원순 전설 구개 모음 [y]와 원순 경구개 반모음 [ɥ] 앞에서는 구개음화되고 원순음화 되어서 [d̥ʸ, tʰʸ, t̿ʸ]로 발음 된다 (예: 뛰다 [t=ʸɥida]).

(6) ㄱ. 티 ㄴ. 테

ㄷ. 루 ㄹ. 트

구개음화되거나 원순음화된 치(조)파열음의 음향적 특징도 유기 경음인 /ㅌ /의 경우에 가장 잘 나타난다. 위의 스펙트로그램에서 보듯이 구개음화된 [t^{hj}]는 위에서 논의한 [p^{hj}]와 마찬가지로 개방 후 구개음화된 /ㅎ /의 변이음인 [ç]이의 소음부와 매우 유사한 소음부가 나타난다. 그리고 원순음화된 [t^{hw}]도 개방 후에 나오는 소음부에서 고주파수 대역 (특히 3000Hz 이상)의 에너지 약화현상이 나타난다.

/ㄷ, ㄸ /의 경우에는 위와 같은 음향적인 특징은 나타나지 않고 뒷모음 앞쪽의 전이부 (transition)에 구개음화와 원순음화의 특징이 나타난다.

치(조)파열음들은 어말이나 치(조)파열음 앞에서 중화된 뒤 경음화, 무파화되어서 [t̚]로 발음되며 (예: 같다 [g̊at̚t=a]), 경구개 파찰음 앞에서는 구개음화된 [t̚^{j}]로 발음된다 (예: 같지요 [g̊at̚^{j}tç=ijo]). 다른 조음자리의 파열음 앞에서는 중화된 후 경음화, 무음개방되어서 [t]로 발음되며 (예: 같고 [g̊atk=o]), 치(조)마찰음 앞에서는 [s=]로 발음된다 (예: 같소 [g̊as=ːo).

그리고 연음 /d̥/는 같은 말토막 안의 유성음 사이에서 유성음화되어 [d]로 발음되며, 모음 사이에서는 수의적으로 약화되어 [d]/[ð]로 발음되기도 한다 (예: 가다 [g̊ada]/[g̊aða]).(그림 4 참조)

(7) 치(조)파열음의 변이음들:

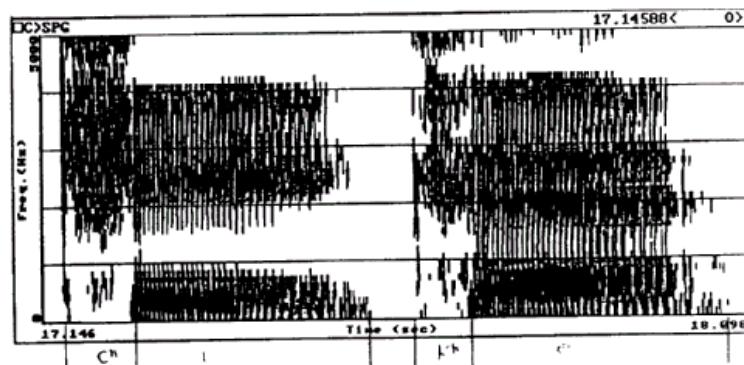
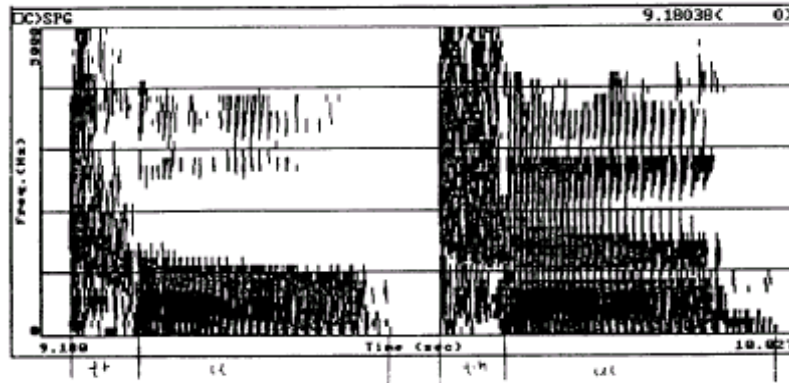
1) [d̥^{j}, t^{hj}, t=^{j}]: i, j 앞에서
2) [d̥^{w}, t^{hw}, t=^{w}]: o, u, ø, w 앞에서
3) [d̥^{y}, t^{hy}, t=^{y}]: y, ɥ 앞에서
4) [d̥, t^{h}, t=]: 그 밖의 다른 모음 앞에서

5) [t̚]: 어말, 치(조)파열음 앞에서
6) [t̚ʲ]: 경구개 파찰음 앞에서
7) [t̚]: 다른 조음자리의 파열음 앞에서
8) [d]: d가 같은 말토막 안의 유성음 사이에서
9) [d]/[ð]: d가 모음 사이에서 수의적으로
<

1.2.3. 연구개 파열음 /ㄱ , ㅋ , ㄲ /

연구개 파열음은 뒤혀 (후설)를 연구개에 대고 연구개 뒷부분은 상승시켜 비강통로를 차단해서 폐로부터 나오는 기류를 구강과 인두강에 가두어 두었다가 혓몸과 연구개의 막음을 개방해서 압축된 기류를 내뿜으면서 조음한다.
연구개 파열음은 전설 구개 모음 /i/와 경구개 반모음 /j/ 앞에서는 구개음화되어 [ɟ, cʰ c=]로 발음되고 (예: 아끼다 [ac=ida), 원순모음 /o, u, ø/와 원순연구개 반모음 /w/ 앞에서는 원순음화되어 [gʷ, kʰʷ, k=ʷ]로 발음되며 (예: 공[gʷoŋ]), 원순 전설 구개 모음 [y]와 원순 경구개 반모음 [ɥ] 앞에서는 구개음화되고 원순음화되어서 [ɟʷ, cʰʷ, c=ʷ]로 발음된다 (예: 귀 [ɟʷɥi]).

(8) ㄱ . 키 ㄴ . 케

ㄷ. 쿠 ㄹ. 크

구개음화되거나 원순음화 된 연구개파열음의 음향적 특징도 유기 경음인 /ㅋ/의 경우에 가장 잘 나타난다. 구개음화된 [kʰʲ]는 [pʰʲ]와 [tʰʲ]와 마찬가지로 개방 후 구개음화된 /ㅎ/의 변이음인 [ç]의 소음부와 매우 유사한 소음부가 나타난다. 그리고 원순음화 된 [kʰʷ]도 개방 후에 나오는 소음부에서 고주파수 대역 (특히3000Hz 이상)의 에너지 약화현상이 나타난다. /ㄱ ,ㄲ /의 경우에는 뒷모음 앞쪽의 전이부 (transition)에 구개음화와 원순음화의 특징이 나타난다. 연구개 파열음들은 어말이나 연구개 파열음 앞에서 중화된 뒤 경음화, 무파화 되어서 [k̚]로 발음되며 (예 : 복고 [b̥ok̚k=o]), 경구개 파찰음 앞에서는 구개음화된 [c̚]로 발음된다 (예: 복잡 [bok̚tɕ=ap]). 다른 조음자리의 장애음 앞에서는 중화된 뒤 경음화, 무음개방되어서 [k]로 발음 된다 (예: 복도 [b̥okt=o]).
그리고 연음 /g̊/는 같은 말토막 안의 유성음 사이에서 유성음화되어 [g]로 발음되며, 모음 사이에서는 수의적으로 마찰음화 되어 [Y]로 발음되기도 한다 (예: 아가 [aga]/[aYa]). (그림 4 참조)

(9) 연구개 파열음의 변이음들:

1) [j̊, cʰ, c=]: i, j 앞에서
2) [g̊ʷ, kʰʷ, k=ʷ] :o, u, ø, w 앞에서
3) [j̊ʷ, cʰʷ, c=ʷ]: y, ɥ 앞에서
4) [g̊, kʰ, k=]: 그 밖의 다른 모음 앞에서
5) [k̚]: 어말이나 연구개 파열음 앞에서

6) [c̆]: 경구개 파찰음 앞에서
7) [k]: 다른 조음자리의 장애음 앞에서
8) [g]: g가 같은 말토막 안의 유성음 사이에서
9) [Ɣ]: g가 모음 사이에서 수의적으로

1.3. 파찰음

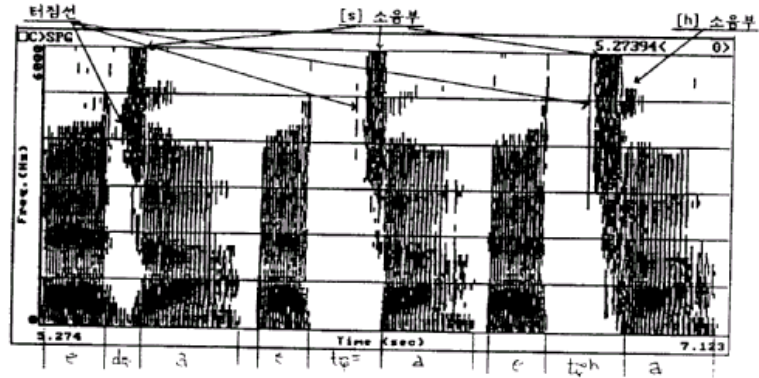
한국어에는 세 개의 파찰음 /ㅈ, ㅊ, ㅉ/이 있는데 모두 경구개에서 조음된다. /ㅈ/은 /ㅂ, ㄷ, ㄱ/에 대응하는 연음이고, /ㅊ/은 /ㅍ, ㅌ, ㅋ/에 대응하는 유기경음이며, /ㅉ/은 /ㅃ, ㄸ, ㄲ/에 대응하는 무기 경음이다. 따라서 /ㅈ, ㅊ, ㅉ/은 각각 /dʑ, tɕh, tɕ=],으로 표기하기로 한다.

(10) 한국어의 파찰음:

	연음	경음	
경구개음	ㅈ	유기음	무기음
		ㅊ	ㅉ

경구개 파찰음 /dʑ, tɕh, tɕ=/은 혀끝은 아래잇몸에, 앞혀 (전설)를 경구개에 대고 연구개를 상승시켜 비강통로를 차단해서 폐로부터 나오는 기류를 구강과 인두강에 가둔 다음 (막음 및 지속단계), 앞혀를 경구개로부터 약간만 떼고 구강과 인두강 안에 압축된 공기를 입밖으로 내보내면 (개방단계) 경구개와 앞혀 사이의 좁은 틈 사이로 마찰이 생기면서 발음된다 (개방후 마찰단계).

아래의 예에서 보듯이 파찰음의 새 조음단계는 모음 사이에서 잘 관찰된다. 경음인 /ㅊ, ㅉ/의 막음 지속기간 동안에는 기류가 구강과 인두강 안에 갇혀 있기 때문에 스펙트로그램상에서 에너지의 공백 (silence)이 생긴다. 연음인 /ㅈ/은 모음 사이에서 종종 유성화되어 막음 지속기간 동안 성대의 진동이 일어나기 때문에 저주파수 대역에 울림선 (voice bar)이 생긴다. /ㅈ/의 막음 지속기간 동안 울림선 위의 주파수 대역에 에너지 공백이 생기는 것은 구강 안에서 기류가 갇혀 있기 때문에 별도의 에너지가 분출되지 않기 때문이다.

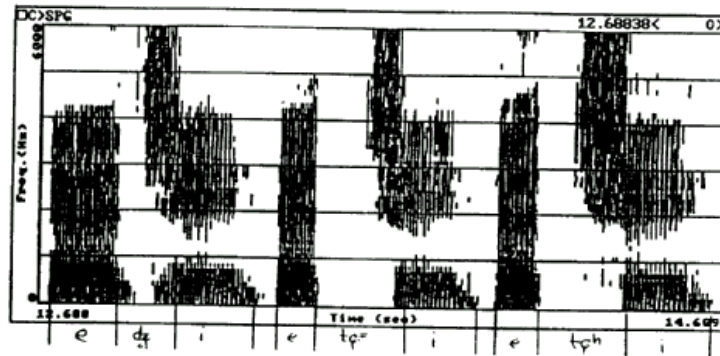
(11) 에자/에짜/에차

파찰음의 개방시점에는 구강 안에 갇혀 있던 기류가 구강 밖으로 급격히 터져 나오기 때문에 스펙트로그램에 세로의 터짐선 (burst)어 나타난다. 그리고 개방 후 마찰단계에는 구개음화된 /ㅅ /의 변이음인 [ɕ]와 유사한 소음부가 스펙트로그램에 나타난다.

유기 파찰음 /ㅊ /은 개방단계에서 강한 기 (aspiration)를 수반하기 때문에 [ɕ]와 유사한 소음부에 뒤이어 /ㅎ /과 유사한 약한 소음부가 짧게 나타난다.

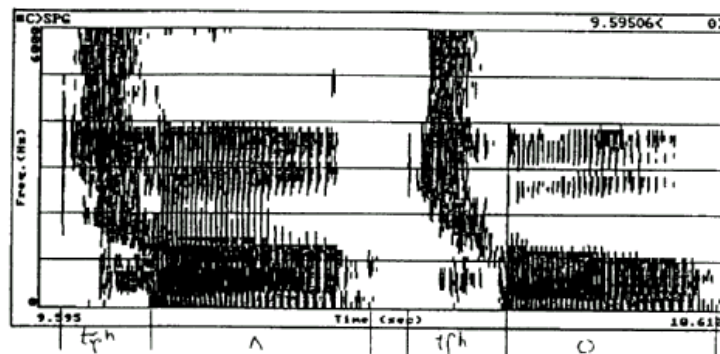
무기 파찰음 /ㅉ/은 개방단계에서 기를 거의 수반하기 않기 때문에 스펙트로그램에서 터짐선에 이어 [ɕ]와 유사한 소음부가 나온 다음 곧바로 뒤 모음의 세로선(striation)들이 나온다.

연음 파찰음 /ㅈ /이 모음 사이에서 유성화 되면 개방단계에서 기를 수반하지 않기 때문에 스펙트로그램에서 터짐선과 [ɕ]와 유사한 소음부가 이어 나타난 다음 곧바로 다음 모음의 세로선들이 나온다.

그러나 아래의 스펙트로그램에서 보듯이 /ㅈ /이 유성화 되지 않고 무성음으로 발음될 때에는 약한 기를 수반하기 때문에 스펙트로그램에서 터짐선이 나타난 다음 [ɕ]와 유사한 소음부가 나오고, 이어서 매우 짧은 /ㅎ /과 유사한 전이 소음부가 모음의 세로선들에 앞서 나타난다.

(12) 에지/에찌/에치

파찰음의 긴장정도도 모음 사이에서 나타나는 막음 및 마찰 지속기간의 길이로 측정할 수 있다. (11)와 (12)에서 보듯이 경음 /ㅊ , ㅉ /은 조음의 긴장을 수반하므로 막음 및 마찰의 지속시간이 연음 /ㅈ /보다 길다. 그리고 경음 /ㅈ , ㅉ /의 앞모음은 연음 /ㅈ /의 앞모음보다 짧게 발음된다.

경구개 파찰음은 원순 모음 /o, u, y, ø/와 원순 반모음 /w, ɥ/ 앞에서 원순음화되어 [ʤ, tʃʰ, tʃ=]로 발음된다 (예: 초 [tʃʰo]).

(13) ㄱ . 처　　　　　　　　ㄴ . 초

원순음화된 경구개 파찰음도 개방 후에 나오는 소음부에서 고주파수 대역 (특히 3000Hz 이상)의 에너지 약화현상이 나타난다.

경구개 파찰음들은 어말이나 치(조)파열음 앞에서는 /ㄷ /에 중화된 후 경음화, 무파화 되어서 [t̚]로 발음되고 (예: 낮 [nat̚), 경구개 파찰음 앞에서는 구개음화된 [tʲ]로 발음된다.

(예: 낮잠 [nat̚tɕ=am). 경구개 파찰음들은 양순 파열음이나 연구개 파열음 앞에서는 /ㄷ / 에 중화된 후 경음화, 무음개방되어서 [t]로 발음되며 (예: 낮고 [natk=o]), 치(조)마찰음 앞에서는 [s=]로 발음된다 (예: 낮소 [nas:o]).
또한 연음 /ʥ/는 같은 말토막 안의 유성음 사이에서 유성음화되어 [dʑ]로 발음되며, 모음 사이에서는 마찰음화되어 [ʑ]로 발음되기도 한다 (예: 기자 [ǰidʑa]/[ǰiʑa]).

(14) 경구개 파찰음의 변이음들:

1) [ʤ, tʃʰ, tʃ=]: o, u, y, ø w ɥ ,앞에서
2) [ʥ, tɕʰ, tɕ=]: 그 밖의 다른 모음 앞에서
3) [dʑ]: ʥ가 같은 말토막 안의 유성음 사이에서
4) [ʑ]: ʥ]가 모음 사이에서 수의적으로

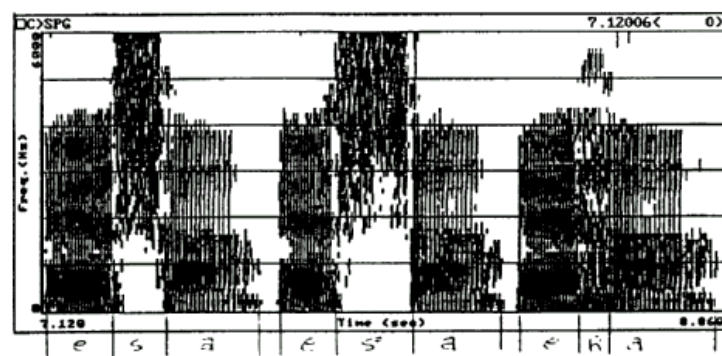
1.4. 마찰음

한국어에는 세 개의 마찰음 /ㅅ , ㅆ , ㅎ /이 있다. 이 마찰음들은 조음 위치에 따라 치(조) 마찰음인 /ㅅ , ㅆ /과 성문마찰음인 /ㅎ /으로 나누고, 조음기관의 긴장도에 따라 /ㅂ , ㄷ , ㄱ /에 대응하는 연음인 /ㅅ , ㅎ /과 /ㅃ , ㄸ ,ㄲ /에 대응하는 무기 경음인 /ㅆ /으로 나눌 수 있다. /ㅅ /과 /ㅆ /은 각각 /s/와 /s=/로 표기하고,/ㅎ /은 /h/로 표기하기로 한다.

(15) 한국어의 마찰음:

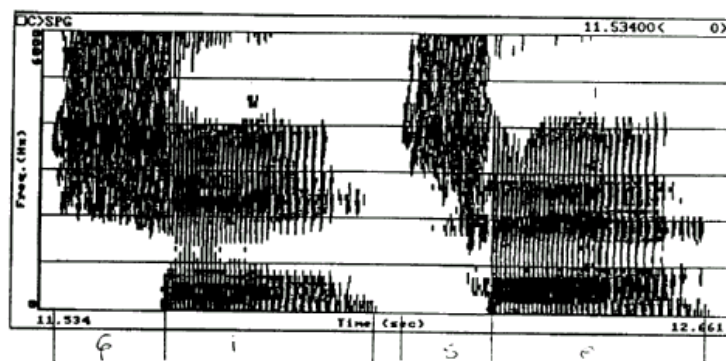
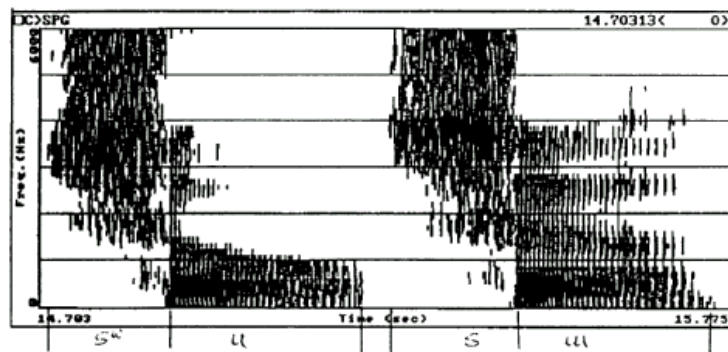
	치(조)음	성문음
연음	ㅅ	ㅎ
무기경음	ㅆ	

마찰음은 비주기적인 파형을 갖기 때문에 스펙트로그램에 소음부 (noise)가 나타난다. 소음부의 주파수 대역은 입술에서 좁힘 점까지의 길이와 좁힘 부위의 크기에 의해 결정된다. 입술에서 좁힘 점까지의 길이가 길수록 소음부의 주파수 대역은 낮아지며. 좁힘 부위의 크기가 작을수록 강한 마찰을 수반하며 소음부의 주파수 대역의 폭이 작아진다. 아래의 스펙트로그램에서 보듯이 /ㅎ/은 입술에서 좁힘 점(성대와 인두)까지의 길이가 길기 때문에 /ㅅ, ㅆ/에 비해 저주파수 대역에도 에너지가 분포하며, 좁힘 점의 부위가 넓기 때문에 넓은 주파수 대역에 걸쳐 약한 에너지가 골고루 분포한다. 그리고 /ㅆ/은 경음이고 /ㅅ/은 연음이기 때문에 모음사이에서 /ㅆ /이 /ㅅ /보다 더 긴 소음부를 갖는다.

(16) 에사/에싸/에하

1.4.1. 치(조)마찰음 /ㅅ , ㅆ /

/ㅅ , ㅆ /은 혓날을 윗잇몸에 접근시키고 연구개를 상승시켜 비강통로를 막아 폐로부터 나오는 기류를 윗잇몸과 혓날 사이의 좁은 틈으로 내뿜으면서 조음한다.

치(조)마찰음은 전실 구개 모음 /i/와 경구개 반모음 /j/ 앞에서는 구개음화되어 [ɕ. ɕ=]로 발음되고 (예: 신 [ɕin]), 원순모음 /o, u, ø/와 원순 연구개 반모음 /w/ 앞에서는 원순음화되어 [s^w, $s=^w$]로 발음되며 (예: 손 [s^won]), 원순 전설구개 모음 [y]와 원순 경구개 반모음 [ɥ] 앞에서는 구개음화되고 원순음화 되어서[ʃ. ʃ=]로 발음 된다 (예: 쉼터 [ʃymt$^{h\wedge}$]).

(17) ㄱ. 시　　　　　　ㄴ. 세

ㄷ. 수　　　　　　　　　ㄹ. 스

위의 스펙트로그램에서 보듯이 /ㅅ, ㅆ/은 혓날과 윗잇몸 사이에서 매우 강한 마찰을 수반하기 때문에 고주파수 대역에 매우 강한 에너지 밀집대인 소음부가 있다. 구개음화된 변이음 [ɕ]와 [ɕ=]는 조음점이 다른 변이음들보다 구강의 뒷부분에 형성되기 때문에 2000-3000 Hz 사이에도 강한 에너지가 분포한다. 그리고 원순음화 된 변이음 [s^{w}]시와 [$s=^{w}$]의 경우에는 고주파수 대역 (3000 Hz 이상)의 에너지 약화현상이 일어난다.
연음 /ㅅ /는 같은 말토막 안의 유성음 사이에서 수의적으로 유성음화되어 [z]로 발음되기도 하는데 (예: 경상도 [ĵj^ ŋaŋ*do*]), 이 때 /ㅅ/는 비강세 음절의 머리(onset)에 있어야 한다는 제약이 있다.

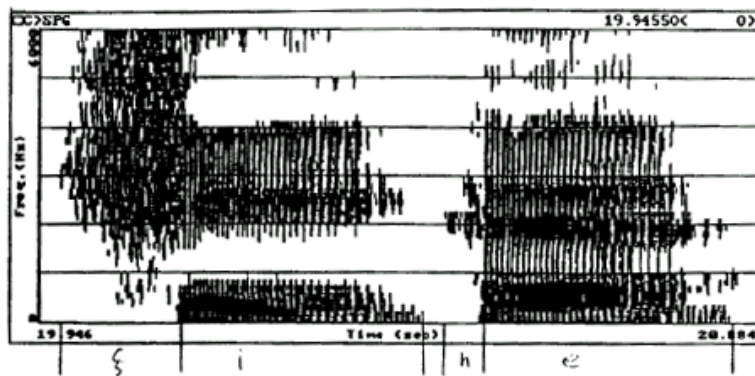
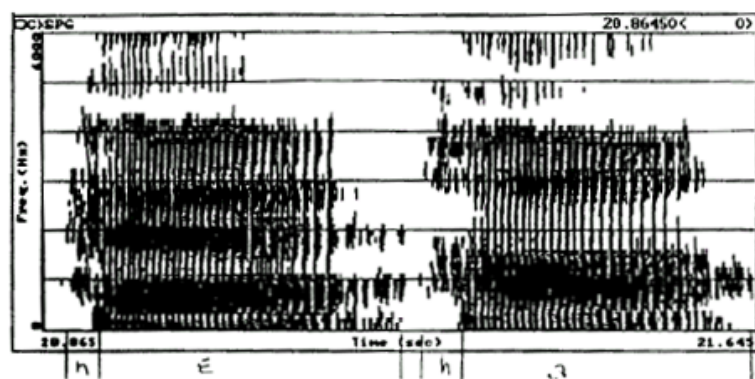
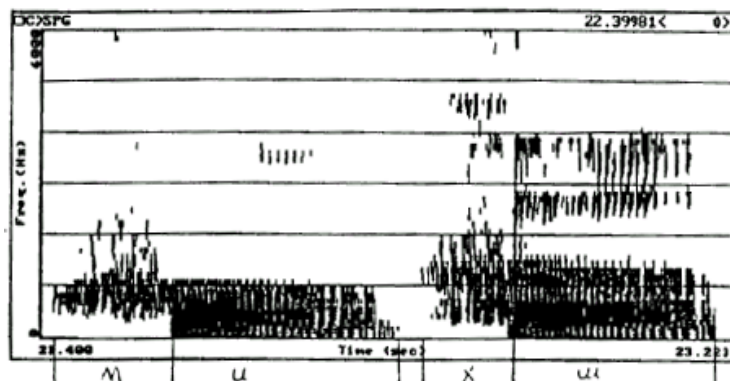
치(조)마찰음들은 어말이나 치(조)파열음 앞에서는 /ㄷ/에 중화된 후 경음화, 무파화 되어서 [t¬]로 발음되고 (예: 솟다 [sot¬t=a), 경구개 파찰음 앞에서는 구개음화된 [tj¬]로 발음 된다 (예: 옷자락 [otjㄱtɕ=arak). 다른 조음자리의 파열음앞에서는 /ㄷ /으로 중화된 후 경음화 되고 무음개방 되어서 [t]로 발음되며 (예: 옷걸이 [otk=ˆri]), /ㅅ, ㅆ/ 앞에서는 [s=]로 발음 된다 (예: 있소 [is=:o])

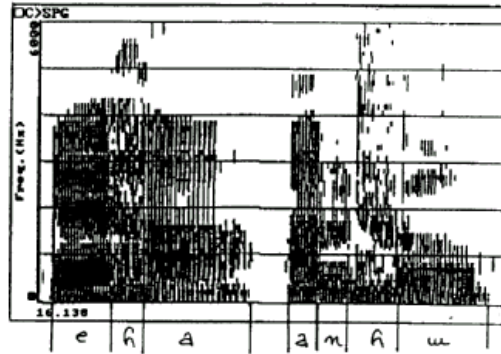
(18) 치(조)마찰음의 변이음들:

1) [ɕ. ɕ=]: i, j 앞에서
2) [s^{w}. $s=^{w}$]: o, u, ø, w 앞에서
3) [ʃ. ʃ=]: y, ɥ 앞에서
4) [s. s=]: 그 밖의 다른 모음 앞에서
5) [ㄱ]: s가 비강세 음절에 있고 유성음 사이에서 수의적으로

1.4.2. 성문마찰음 /ㅎ /

성문마찰음 /ㅎ /은 일정한 음가로 실현되지 않고 뒤이어 오는 모음에 따라 다른 음가의 변이음으로 실현된다. 성문마찰음은 폐로부터 나오는 기류가 일차적으로 성문을 통과하면서 마찰음으로 변한 다음 구강 안에서 다음 모음의 조음을 준비하고 있는 혀의 모양에 의해 음가가 변형되기 때문에 다양한 변이음으로 실현되는 것이다. 따라서 /ㅎ /은 뒤이어 나오는 모음의 무성음으로 실현된다고 볼 수 있다.
/ㅎ /은 전설 구개 모음 /i/와 경구개 반모음 /j/ 앞에서는 구개음화되어 [ɕ]어로 발음되고, 후설 연구개 모음 /ɰ/ 앞에서는 연구개 마찰음 [x]로 발음된다. /ㅎ /이 원순 후설 모음 /u, o. ø]와 원순 연구개 반모음 /w/ 앞에서는 원순음화 되어 [M]어로 발음되는데. /o/와 /ø/ 앞에서는 /u/나 /w/ 앞에서보다 마찰이 약하게 된다. /ㅎ /은 또한 원순 전설 모음 /y/와 원순 경구개 반모음 [ɥ] 앞에서 원순음화 되고 구개음화되어 [$ɕ^{w}$]로 발음된다. /ㅎ /은 /a, ^ , e, ɛ/ 앞에서 조금씩 다른 음가로 발음되기는 하지만 [h] 표기하기로 한다.

(19) ㄱ. 히　　　　ㄴ. 헤

ㄷ. 해　　　　ㄹ. 하

ㅁ. 후　　　　ㅂ. 흐

/ㅎ /은 유성음 사이에서 종종 유성음화되는데, 이 때는 [ɦ]로 표기한다.

(20) ㄱ. 에하　　　　　　　ㄴ 안흐

(21) 성문마찰음의 변이음들:

1) [ɕ]: i, j 앞에서
2) [x]: w 앞에서
3) [M]: o, u, ø, w 앞에서
3) [ɕʷ]: y, ɥ 앞에서
4) [h]: 그 밖의 다른 모음 앞에서
5) [ɦ]: 유성음 사이에서 수의적으로

1.5. 유음

한국어에는 유음이 /ㄹ / 하나밖에 없는데, /ㄹ /은 환경에 따라 [r]계 튀김소리로 발음되기도 하고 [l]계 혀옆소리로 발음되기도 한다.
[r]계 튀김소리는 혀끝을 윗잇몸에 잠깐 튀겨서 조음하는데, 모음과 모음 사이, 모음과 반모음 사이, 그리고 보통 빠르기의 말씨에서 모음과 /ㅎ / 사이에서 나타난다. /ㄹ /은 어두에는 나타나지 않는 것이 원칙이지만 외래어의 경우에는 예외이며, 외래어의 어두에 나타나는 /ㄹ /은 개인에 따라 튀김소리로 발음되기도 하고 혀옆소리로 발음되기도 한다.

(22) [r]계 튀김소리가 나타나는 환경:

1) 모음과 모음 사이: 나라 [naɾa], 우리 [uɾi]
2) 모음과 반모음 사이: 고려 [ġoɾjʌ], 지뢰 [ḍʑiɾwe]
3) 모음과 /ㅎ/ 사이: 결혼 [ġjʌɾ̥hon] / [ġjʌɾɦon]
4) 외래어의 어두에서: 라디오 [ɾadio], 라면 [ɾamjʌn]

[r]계 튀김소리는 전설 구개 모음 /i/와 경구개 반모음 /j/ 앞에서 구개음화되어 [r^j]로 발음되고, 원순모음 /o, u, ø/와 원순 연구개 반모음 /w/ 앞에서는 원순음화되어 [r^w]로 발음되며, 원순 전설 구개 모음 [y]와 원순 경구개 반모음 [ɥ]앞에서는 구개음화되고 원순음화되어서 [r^y]로 발음된다.
[r]계 튀김소리가 /ㅎ/에 앞설 때에는 /ㅎ/의 강도에 따라 무성 유기음 [r^h]로 발음되기도 하고, 유성 유기음 [rɦ]로 발음되기도 한다.

(23) [r]계 튀김소리의 변이음들:

1) [r^j]: i, j 앞에서
2) [r^w]:o, u, ø, w 앞에서
3) [r^y]: y, ɥ 앞에서
4) [r^h]: h 앞에서 h가 강하게 발음될 때
5) [rɦ]:h 앞에서 h이 약하게 발음될 때
6) [r]: 그 밖의 다른 모음 앞에서

[r]계 튀김소리는 혀끝이 윗잇몸에 살짝 말았다가 떨어지기 때문에 스펙트로그램에서 앞뒤 모음의 공명주파수대와의 단절이 생기며 지속기간이 짧다. 그리고 튀김소리는 유성음이기 때문에 저주파수 대역의 울림선이 스펙트로그램에 존재하는데, 연구개가 비강통로를 막아서 기류가 구강과 인두강에 갇히기 때문에 울림선의 에너지가 비음에 비해 작으며 역공명(antiresonance)이 생기지 않아서 비음에 비해 고주파수 대역의 에너지가 더 많이 분포한다. (그림 27 참조)
[l]계 혀옆소리는 연구개를 상승시켜 비강통로를 차단한 채 혀끝으로 구강의 가운데 부분을 막고 혀의 양옆을 내려 폐로부터 나오는 기류를 혀의 양옆을 통해 탈출시키면서 조음한다.
[l]계 혀옆소리는 [r]계 튀김소리가 나타나지 않는 환경, 즉 어말이나 자음 앞에서, 혀옆소리 다음에서, 그리고 느리고 신중한 말씨에서는 /ㅎ/ 앞에서도 나타난다.

앞에서도 언급했듯이 외래어의 어두에 나타나는 /ㄹ /은 개인에 따라 혀옆소리로 발음되기도 한다.

(24) [1]계 혀옆소리가 나타나는 환경:

1) 어말이나 자음 앞에서: 달 [d̥al], 발달 [b̥alt=al]
2) 혀옆소리 다음에서: 발로 [b̥allo], 발랄 [b̥allal]
3) /ㅎ / 앞에서 수의적으로: 결혼 [g̊jʌlhon] (느리고 신중한 말씨)
4) 외래어의 어두에서: 라디오 [ladio], 라면 [lamjʌn]

[1]계 혀옆소리는 전설 구개 모음 /i/와 경구개 반모음 /j/ 앞에서 구개음화되는데, 말의 속도에 따라 혹은 화자의 발음습관에 따라 [l^{j}]로 발음되기도 하고 [ʎ]로 발음되기도 한다. [l^{j}]은 느리고 신중한 말씨에서 발음되는데, 영어의 '밝은 1'과 마찬가지로 혀끝은 윗잇몸이나 윗니에 대고 앞혀를 경구개쪽으로 접근(접촉이 아님)시켜 발음한다. [ʎ]은 빠르고 친근한 말씨에서 주로 발음되는데, 혀끝은 아랫잇몸에 대고 앞혀를 상승시켜 경구개에 대고 발음하는 소리이다. [l^{j}]은 앞혀가 경구개에 접근하는 부조음점을 가지는 치조음이나 치음인대 반해, [ʎ]은 주조음점이 경구개인 경구개음이다.
[1]계 혀옆소리는 원순모음 /o. u, ø/와 원순 연구개 반모음 /w/ 앞에서 원순음화되어 [1^{w}]로 발음되며. 원순 전설 구개 모음 [y]와 원순 경구개 반모음 [ɥ] 앞에서는 구개음화되고 원순음화 되어서 [1^{y}]커나 [ʎ^{y}]로 발음된다.

(25) [1]계 혀옆소리의 주요 변이음:
1) [1^{j}] / [ʎ]: i, j 앞에서
2) [1^{w}]: o, u, ø, w 앞에서
3) [1^{y}] / [ʎ^{y}]: y, ɥ 앞에서
4) [1]: 그 밖의 다른 모음 앞에서
5) 치조 혀옆소리는 개인에 따라 치음 [1]로도 발음됨.

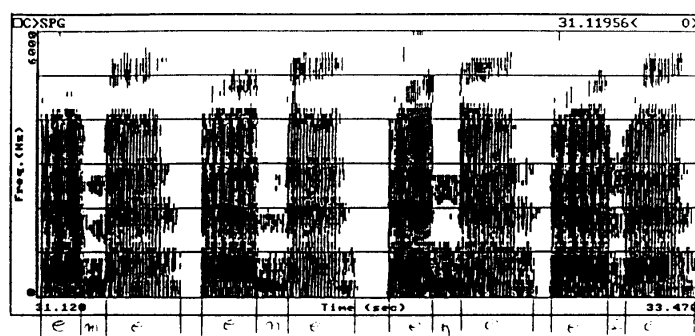
1.6. 비음

비음은 구강의 한 부분을 막고 연구개를 내려 페로부터 나오는 기류를 비강을 통해 내보내면서 조음하는 소리이다.

한국어에는 세 개의 비음 -- 양순음 /ㅁ /, 치(조)음/ㄴ/, 연구개음/ㅇ/ --이 있다. /ㅁ, ㄴ, ㅇ/은 각각 /m, n, ŋ/으로 표기한다.

(26) 한국어의 비음:

양순음	치(조)음	연구개음
ㅁ	ㄴ	ㅇ

(27) 에메/에네/엥에/에레

위의 스펙트로그램에서 보듯이 비음의 음향적 특징 다음과 같이 요약할 수 있다. 첫째로, 비음의 조음시 구강 안에서 막음이 일어나기 때문에 앞뒤모음의 공명주파수대 (formant frequency)와 부드러운 전이가 생기지 않고 단절이 생긴다. 둘째로, 구강막음이 진행되는 동안 비강통로가 열려서 기류가 비강을 통해 탈출하면서 코울림 소리 (nasal murmur)를 내는데, 이 코울림 소리는 300 Hz 이하 저주파수 대역에 강한 에너지 밀집대를 형성시키고 고주파수 대역에는 매우 약한 에너지를 형성시킨다. 셋째로, 파열음과는 달리 기류가 구강에 갇혀 있지 않고 비강을 통해 계속 탈출하기 때문에 파열음에서 보이는 터짐선이 나타나지 않는다. 넷째로, 연구개의 움직임이 느리기 때문에 앞 모음과 뒤 모음을 비음화 시킨다.

비음화된 모음은 역공명 (antiresonance)에 의해 기본주파수대의 에너지가 강화되고 F1 공명주파수대의 에너지는 약화되어 나타나며, F1 공명주파수대의 전이가 두드러지게 나타나지 않는다.
비음의 조음기간 동안에는 /ㅁ , ㄴ, ㅇ/의 음향적 특성의 차이가 거의 나타나지 않는데, 조음위치에 의한 음향적 차이는 파열음과 마찬가지로 앞이나 뒤에 오는 모음의 전이부에 나타난다.
비음 /ㅁ . ㄴ, ㅇ /은 전설 구개 모음 /i/와 경구개 반모음 /j/ 앞에서는 구개음화되어 [m^{j}, n^{j}, Q^{j}]로 발음되고, 원순모음 /o. u, ø/와 원순 연구개 반모음 /w/앞에서는 원순음화되어 [n^{j}, ŋ^{j}],로 발음되며, 원순 전설 구개 모음 [y]와 원순 경구개 반모음 [ɥ] 앞에서는 구개음화되고 원순음화 되어서 [m^{y}, n^{y}, ŋ^{y}]로 발음된다.
/ㅁ , ㄴ ,o /은 뒤에 /ㅎ /이 이어 나오면 /ㅎ /의 강도에 따라 무성의 유기비음[m^{h}, n^{h}, ŋ^{h}]으로 발음되기도 하고 유성의 유기비음 [mɦ, nɦ, ŋɦ]으로 발음되기도 하며, /ㅎ /이 탈락하면 [m, n, ŋ]으로 발음된다.

(28) 비음의 변이음들:

1) [m^{j}, n^{j}, ŋ^{j}]: i, j 앞에서
2) [m^{w}, n^{w}, ŋ^{w}: o, u, ø, w 앞에서
3) [m^{y}, n^{y}, ŋ^{y}]: y, ŋ 앞에서
4) [m, n, ŋ]: 그 밖의 다른 모음 앞에서
5) [m^{h}, n^{h}, ŋ^{h}] : h 앞에서 h가 강하게 발음될 때
6) [mɦ, nɦ, ŋɦ]: h 앞에서 h가 약하게 발음될 때

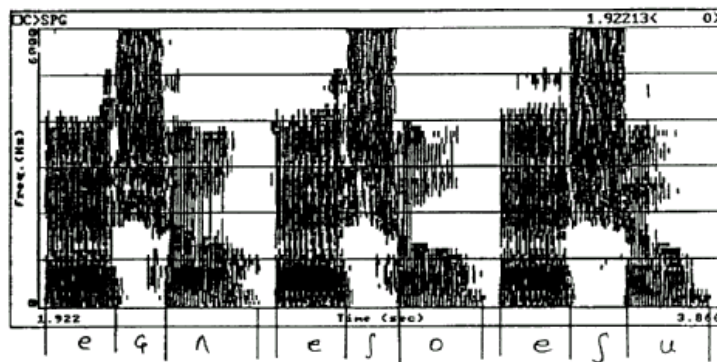
1.7. 반모음

반모음은 조음시 혓몸이 입천장에 접근하기는 하되 막음이나 마찰이 생길 정도의 접근이 일어나지 않으므로 조음적으로는 모음이라고 할 수 있지만 기능적으로는 성절성 (syllabicity)이 없어서 항상 자음의 위치에만 나타나므로 자음이라고 할 수 있다. 한국어에서 음소로서 기능하는 반모음은 평순 경구개 반모음 /j/, 원순 연구개반모음 /w/, 그리고 평순 연구개 반모음 /ɥ/가 있으며, 원순 경구개 반모음인 [ɥ]은 /j/와 /w/의 변이음으로 사용된다.
반모음 [j, ɥ, w, ɰ]은 각각 닫힌 모음(고모음) [i, y, u, ɯ]의 음가를 가지나 그 지속시간이 이들 모음보다 짧은 특성을 가지고 있다.

(29) 한국어의 반모음:

	경구개음		연구개음	
	평순	원순	평순	원순
반모음	j	ɥ	ɰ	w
닫힌 모음	i	y	ɯ	u

/j/는 /i, ɯ,(y, ø)/ 앞에는 나타나지 않으며, /w/는 /u, o, ɯ,(y, ø)/앞에는 나타나지 않는다. 반면에 /ɰ/는 /i/ 앞에만 나타나는 특성이 있다. 이와 같이 분포적 제약성에도 불구하고 /ɰ/를 하나의 음소로 인정하는 이유는 '위장/wiʥaŋ/과 '의장 /ɰiʥaŋ/ 같은 준동음어 (minimal pair)가 있기 때문이다.
원순 경구개 반모음 [ɥ]는 /w/가 전설 경구개 모음 /i/앞에서 구개음화될 때 나타나며 (예: 위 /wi/ --> [ɥi]), /j/가 원순 모음 /u, o/ 앞에서 원순음화될 때도 나타난다 (예: 용 /joŋ/ --> [ɥoŋ]).
반모음 [j, ɥ, w]는 유기음 /ㅍ, ㅌ, ㅋ, ㅊ/와 마찰음 /ㅅ, ㅆ, ㅎ/ 다음에서 무성화된 다음 유기음의 기나 마찰음에 융합된다.

(30) 에셔/에쇼/에슈

위의 스펙트로그램에서 보듯이 마찰음 /ㅅ/은 뒤이어 나오는 반모음 /j/와 융합되어 구개음화된 [ɕ]나 [ʃ]로 발음되기 때문에 뒤 모음의 전이부에서 F2의 하강이 일어난다.

(31) ㄱ ./j/의 변이음들:

1) [ɥ]: u, o 앞에서
2) [j]: 그 밖의 다른 모음 앞에서
3) [ɕ] / [$ɕ^w$]: p^h, t^h, k^h, $tɕ^h$, s, s=, h 뒤에서

ㄴ . /w/의 변이음들:

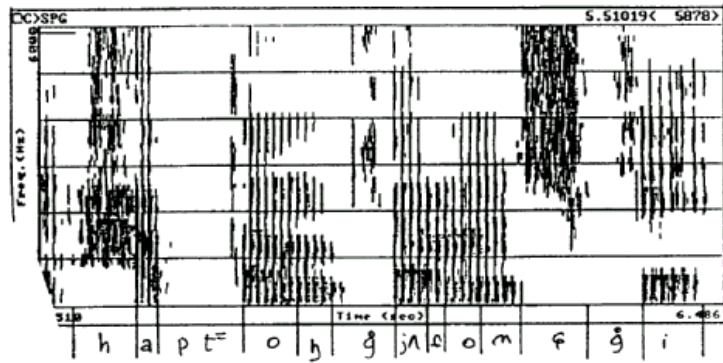
1) [ɥ]: i 앞에서
2) [w]: 그 밖의 다른 모음 앞에서
3) [M] / [$ɕ^w$] ([M^j]): p^h, t^h, k^h, $tɕ^h$, s, s=, h 뒤에서

ㄷ . /ɰ/의 변이음:

1) [ɰ]: i 앞에만 나타남. 앞에 자음이 나오면 탈락됨.

1.8. 모음

모음의 음향적 특성은 스펙트로그램상에서 세로선(striation)과 공명주파수대(formant frequency)로 나타난다. 세로선은 성대가 한 번 진동할 때마다 하나씩 생기는데, 성대의 진동이 빨라지면 세로선의 간격이 좁아지고 느려지면 세로선의 간격이 넓어진다. 공명주파수대는 모음을 조음할 때의 혀의 위치와 높이, 그리고 입술의 모양에 의해 결정되는데, F1과 F2가 모음의 음가를 결정한다.
자음(반모음 포함)과 모음이 이어 나올 때 모음의 앞부분에 전이가 생기는 것은 조음기관이 이동하기 때문이다. 모음과 모음이 이어 나올 때 공명주파수대의 전이가 생기는 것도 조음기관의 이동 때문이다.
모음이 항상 유성음으로만 발음되는 것은 아니다. 모음은 화자가 과장된 감정을 표현할 때 무성화 되기도 하고 (예: 새파란 [sɛpha: ran]), 짧은 닫힌 모음 [i, m, u, y]가 유기음이나 마찰음 뒤에 나올 때 종종 완전히 무성화 된다.

(32) 합동결혼식이

위의 예에서 볼 수 있듯이 모음이 무성화 되면 공명주파수대가 없어지며, 저주파수 대역의 울림선도 없어진다.

2. 표준한국어의 리듬에 관한 연구

-시간구조(temporal structure)와 관련하여 -

2.1 머리말

음성을 이용하여 인간과 기개와의 대화를 실현하려는 노력은 80년대 이후 일본, 미국, 유럽 등의 선진국에서 시작되어 많은 발전이 이루어져 왔다. 이러한 발전은 국가적인 과제로 종합적이고 장기적인 투자를 한 결과이며, 음성신호처리, 음성합성, 음성인식등의 공학적 응용의 기초라 할 수 있는 자국어 운율 및 음소의 실험 음성학적 연구와 음성신호처리에 꾸준히 투자하여 풍부한 기초 자료를 확보하였기에 가능한 것이었다. 우리나라의 경우에도 분절음 및 운율에 관한 정보가 표준화된 DB의 형태로 저장되어 공학적인 측면에서 이용 가능한 corpora가 다각도로 만들어질 수 있다면 보다 고품위의 합성음의 생성이 가능할 것이고 또한 인식분야의 발달에도 크게 기여할 수 있을 것이다.

운율자질은 그 언어학적 기능의 소지 여부에 따라 각 언어마다 그 특성을 달리할 수 있다. 실제 소리에 가까운 좋은 합성음을 얻기 위해서는 한 나라말의 분절음 특성의 토대 위에 보다 정확한 운율정보가 실려야함은 주지의 사실이다.

한 나라의 언어를 습득할 때 가장 어렵게 여겨지며 또한 마지막으로 체득하게 되는 소리의 길이. 높이. 세기 등의 운율요소는 상호 복합적인 작용을 통하여 그 나라말의 고유한 리듬을 형성하게 마련이다.

본 연구는 이들 운율요소 중 한국어에서 음운론적인 변별기능을 담당하는 '길이'에 초점을 맞추어 한국어에서 구현되는 그 내적, 외적인 제 양상을 구체적으로 파악해보려는 목적을 가지고 있다.[1)]

표준한국어가 길이에 의해서 대립되는 최소변별쌍을 가지고 있다는 일반적 원칙을 우리가 알고 있는 이상 악센트, 억양, 휴지유형(pause pattern)등의 실현에 있어서도 길이(duration)가 가장 중요한 역할을 하리라는 것은 예상할 수 있는 사실이다. 그러나 돋들림(prominence)의 성격을 핵심적으로 규정하는 것은 높이(pitch:Fo)의 변동에 의해서라는 것이 일반적으로 인정되는 통념인데(Fry 1955a, b) 이는 영어의 경우에는 어느 정도 그 사실성이 확인되어 있다. 그러나 한국어의 경우에는 이러한 일반적 통념과는 다른 사실을 예상할 수 있다.

---

1) 길이(segment duration)'에 초점을 맞춘다는 것은 결국 리듬의 형성요소 중 '시간구조(temporal structure)'에 중점을 둔 것이다.

본 연구는 한국어의 리듬현상 중 '길이'와 관련된 '시간구조양상(temporal structure aspect)'의 변화를 다루고 있다. 특히 문장에서의 어절이 그 위치에 따라 변동되는 모습을 길이변화에 초점을 맞추어 구체적인 모습을 파악해 본 것이다. 대략 세 개의 실험으로 정리될 수 있다. 실험의 내용은 나중에 상술하겠다.

2.2 언어의 리듬

언어를 소리 말이라 할 때 우리는 리듬의 본질에 관한 궁극적 질문에 도달하게 되었다. 언어 즉 소리 말이 리듬을 가지고 있느냐는 질문에 대해 대부분의 학자들은 모든 언어는 리듬을 가지고 있다고 가정을 한다. 이 현복(1982b)의 논의를 빌려오면 다음과 같다.

"어떤 언어이건, 소리말에는 그 말 특유의 리듬이 있다. 시계추의 왕복이나, 사람의 걸음 또는 맥박에서 규칙적인 리듬의 현상을 볼 수 있듯이, 인간의 말도, 비록 언어마다 성격은 다를지라도 각기 고유의 리듬 현상을 보이기 마련이다. 가령, 하나의 긴 발화를 보면, 끊김이 없는 하나의 덩어리로 발음되는 것이 아니라, 몇 개의 토막으로 나뉘며, 하나의 토막은 그 자체가 특이한 리듬의 구조를 지니고 나타남을 볼 수 있다.
그런데 시계추나 맥박 또는 걸음걸이의 리듬은 잘 인식하게 되나, 언어에서 나타나는 말의 리듬은 잘 느끼지 못한다. 여기에는 두 가지 이유가 있을 성싶다. 첫째로, 자기 모국어일 경우에는 이미 어려서부터 말의 리듬을 완벽하게 익혀서 거의 무의식적으로 쓰고 있기 때문에, 자신이 말을 할 때나 남의 말을 들을 때에 리듬의 현상을 느끼지 못한다. 아니, 전문 음성학자가 아닌 한 완전히 숙달되어 내재화한 리듬현상을 느낄 필요조차 없을 것이다. 둘째로, 소리말의 리듬은 시계추나 맥박과 같이 단순하여 인식하기 쉬운 형태가 아니고, 그 구조가 복잡하고 다양하므로 리듬을 파악하기가 그 만큼 어려운 것이다. 그러므로, 자기 모국어에도 고유한 리듬이 있어서 자기 자신도 그러한 리듬 패턴을 일상 듣고 발음하고 있다는 사실을 인식하지 못하는 사람이 많다.
그러나 외국어의 경우에는 사정이 다르다. 특히, 자기 모국어와 리듬 구조가 아주 다른 외국어를 듣거나 발음할 때에는 리듬의 장애를 겪는 가운데 두 언어간에 리듬의 차이가 있음을 실감하게 된다. 물론 한 언어 안에서도 방언간에 리듬의 차이가 있음을 볼 수 있다. 가령, 한국어 안에서도 방언간에 리듬의 차이가 있음을 볼 수 있다. 이렇게 볼 때에 리듬이란 소리말의 바탕이 되는 중요한 요소이기 때문에 리듬을 제쳐놓고 소리말을 논할 수 없으며, 리듬을 올바로 구사하지 못하면 말의 유창한 흐름을 기대할 수 없을 뿐 아니라, 언어생원에 커다란 오해나 장애마저 일으킬 수 있는 것이다.

따라서, 말의 리듬 현상은 일차적으로 음성언어학에서 분석 기술하여야 할 문제일 뿐만 아니라, 언어의 습득과 교육, 외국어 교육을 위한 모국어와의 대조 연구, 시 형식의 비교 연구에 필수적이며 표준말과 방언의 비교연구에도 필요한 중요한 내용이다."

2.2.1 언어리듬의 단위(units)

리듬연구에서 가장 기본적인 단위는 일반적으로 음절로 가정된다(Lehiste,1980a). Kozhevnikov & Chistovich(1965)의 리듬가설은 리듬단위로 개방 CV 음절을 상정한다. 이에 대해 Bannert(1979)는 VC연쇄를 설정한다.
보다 상위 층위에서 음절은 강세그룹(리듬 그룹, 리듬 음보, speech measures혹은 interstress intervals로 명명되는)으로 묶여진다. 대개 이 단위는 하나의 강세음절 + 인접한 다수의 비강세음절로 이루어진다. 정확한 정의는 연구되는 언어에 따라 달라질 수 있는데, 따라서 영어에 있어 리듬그룹은 하나의 강세음절 + 다음 강세음절에 이르기까지 나타나는 모든 후속 비강세 음절로 이루어진다(e. g. Dauer,198). 그러나 하강리듬보다는 상승리듬으로 가정되는 불어와 같은 언어에서 리듬그룹은 하나의 강세음절 + 모든 선행 비강세음절로 정의된다(Wenk & Wioland). 리듬그룹은 종종 낱말 경계를 가로질러서 나타나는데(span) 이러한 이유로 낱말은, 비록 낱말경계로부터의 영향이 인정되기는 하지만 리듬의 기본적 단위로 간주되지는 못한다(Fisher-Jørgensen,1982).
더 상위 층위에서 강세그룹은 phrase로 통합된다. phrase는 문장 혹은 문장의 일부분과 일치하며 동시에 '조음단위'와 '의미의 단위'를 이룬다. 이에 대한 또 다른 용어로는 ‘syntagma'(Kozhevnikov & Chistovich, 1965:74)그리고 'breath group'(Jones, 1962:274)등이 있다.

2.3 분절음길이에 관한 우리말에서의 연구

분절음 길이와 관련한 본격적인 실험적 연구로 이 현복(1965), Han(1964), K.O.Kim(1974,1975). 고 도흥(1988), 지 민제(l993) 등을 들 수 있으며 이 현복(1982b),이 현복(1987)과 김 재민(1977), 문 수미(1989), 박 진희(1990). 성 철재(1991), 전 은주(1991), 정 일진(1992).이 승미(1991), 등도 크게 보아 분절음길이와 관련한 실험연구라고 할 수 있다. 이들 중 Han(1964), K.O. Kim(1975), 고 도흥(1988), 지 민제(1993)를 요약해 보겠다.

2.3.1 Han(1964)의 실험

Han(1964)은 한국어 모음의 길이의 음운론적 지위에 대해 논의되어온 기존의 견해에 대한 간략한 개괄로부터 출발하여, 모음의 길이가 변별력이 있는지에 대한 청취실험을 행하였다. 실험에는 25명이 참가하였다. 또한 스펙트로그라프 분석을 통하여 한국어 모음의 길이자질 자체의 특성을 조사하였다. informant는 서울말을 사용하는 다섯 명의 화자로 구성되어 있다.

Han(1964)이 이용한 자료목록 중 일부를 들어 보이면 다음과 같다.

1)	[kul] 'oyster'	[ku:l] 'tunnel'
2)	[nun] 'eye'	[nu:n] 'snow'
3)	[pam] 'night'	[pa:m] 'chestnut'
4)	[sanda] 'to buy'	[sa:nda] 'to live
5)	[karo] 'width'	[ka:ro] 'street'
6)	[mal] 'horse'	[ma:1] 'words'
7)	[Pa1] 'foot'	[pa:l] 'a shade'
8)	[cang] 'market'	[ca:ng] 'soy been sauce'
9)	[c^{h}ang] 'a window'	[c^{h}a:ng] 'a song'
10)	[kiseng] 'parasitism'	[ki:seng] 'a singing gir1'

25명이 참가한 청취실험은 모음의 길이가 변별적인 기능이 있다는 기존의 견해와 일치함을 보였으며 또한 모국어 화자는 90 % 이상의 정확성으로 모음길이를 구별할 수 있다는 결과가 나왔다.

스펙트로그라프를 이용한 실험에서, 자료목록은 한번은 인용형(고립형)으로 또 한번은 문맥(context)속에서 발음되었으며 Kay sonagram으로 분석되었다. 실험결과는 인용형에서 장모음과 단모음의 전체적인 길이의 비율이 대략 2.51:1 이라는 것을 나타내고 있다.

또한 하나의 낱말이 서로 다른 통사적 위치에서 발음될 때 어떠한 체계적인 길이 차이가 존재하는지의 여부를 알기 위해 행한 문맥속의 서로 다른 위치에서의 모음길이에 대한 조사에서는 다음과 같은 양상을 보였다:
문미에서 발음되는 낱말은 인용형으로 발음했을 때보다 10 - 20 % 더 짧아지고, 문두에서 발음될 때는 독립형에 비해 30 - 40 % 더 짧아지며, 문장의 중간 위치에 있을 때는 60 % 정도 더 짧아진다는 결과가 나왔다. 그리고 Han(1964:161)은 문장 중간위치와 관련하여 『문장 중간 위치에서, 모음의 길이는 대개 줄어든다. 그리하여 종종 인용형에서보다 반 이상이나 짧아지기도 한다.』라고 말하고 있다. 즉 실험낱말의 문장내에서의 위치가 실험 낱말의 길이에 상당히 영향을 미친다는 주장을 하고 있다.
그리고 "한국어 모음의 본질적인 길이 (Inherent Duration of Korean Vowels)"라는 軍에서, 모음의 본유적인 길이를 조사하기 위하여 CVC 형틀에서 6개의 모음 [i, a, ɔ, o, u, ɯ]을 비교하였다. 결과는 다음과 같다.
1) 다른 조건이 동일하다면, 모음 [i]는 다른 모음에 비해 항상 짧다.
2) [ɯ]와 [u]는 [a], [ɔ], 그리고 [o]에 비해 짧다.
3) [a]는 [s] 뒤에 후속하는 경우를 제외하면 어떤 다른 모음보다 대개 길게 나타난다.
또한 모음 [a]를 대상으로 한, 모음길이의 음소배열적 효과를 알아보려는 실험에서 다음과 같은 내용을 제시한다.
1) [a]는 고립되어 발음될 때 가장 길다.
2) CV 틀에서의 [a]는 인용형 [a]와 거의 동일한 길이이다.
3) 1)과 2) 에서 [a]는 (C)VC 구조에서와 비교해 대략 2.1배 더 길다.
4) 모음은 대개 단음절일 때가 2음절, 다음절 낱말에서보다 더 길다.
5) 서로 다른 자음들은 주변 모음의 길이에 비해 서로 다른 영향을 미친다. 예를 들어, [a]는 [s] 뒤에 나타날 때가 다른 어떤 자음 뒤에 있을 때보다 더 짧다. 기식파열음과 파찰음 또한 뒤따르는 모음을 상당히 짧게 만든다.

2.3.2 이 현복(1968)의 Han(1964)에 대한 재검토

이 현복(1968)은 Han(l964)에서 제시한 일련의 실험결과와 자료에서의 문제점 등을 중심으로 하여 발전적인 비평을 제시하고 있다. 지적한 문제점들을 중심으로 하여 아래에 간략히 요약해보기로 하자.
『...Han(1964)은 모음의 분포제약을 기술하면서 기식자음 뒤에서 모음은 대개 짧아지는데 다음의 두 예는 거기에 예외라고 하였다.

[chaŋ] (window) : [cha:ŋ] (song)
[chɔnjik] (a calling) : [chɔ:njik] (lowly occupation)

그러나 장모음이 기식자음 뒤에 나타나는 예가 많이 있기 때문에 이는 옳지 않다.
예를 들면,

[thagi] (riding)	:	[[tha:gi] (to detest)
[phari] (Paris)	:	[pha:ri] (a fly)

여기저기에서 부정확한 형태가 눈에 띈다. 음가와 장단의 구별에 좀 더 정확을 기해서 자료로 인용할 필요가 있다.
장/단모음의 전체적인 길이 비율은 인용형에서 2.51:1 로 나타났다. 실험은 인용형의 스펙트로그라프 분석에 기초했는데, 다른 운율자질, 예를 들어 강세, 높낮이, 그리고 억양 등의 길이 자질과 상호 작용하는 '보다 긴 발화(longer utterance)'內의 낱말의 모음 길이에는 어떠한 현상이 나타나는지 자연스레 설명해주지 않는다. 통사적인 위치에 따라서 모음의 길이가 어떻게 달라지는지 알아보기 위해, 논문은 문장 내에서의 단지 세 개의 서로 다른 위치에서의 낱말(모음)길이를 측정하고 있다. 결과는 다음과 같다.
1) 한 낱말은 문미위치에서, 다른 두 위치에서보다 대개 더 길다. 그러나 인용형 낱말은 문미위치의 낱말보다 여전히 더 길다.
2) 문두 위치에서 대개 짧아진다. 그리하여 종종 인용형의 길이보다 반 이상이나 짧아지기도 한다.
Han(1964)에 의해 제시된 이 규칙은, 비록 흥미롭고 매력적이게 간단하지만, 많은 예외가 제시될 수 있기 때문에 부분적으로만 옳다. 다음의 반례를 제시한다.

sʌŋhan pa:mgwa ssɔgɯn pa(:)m

1 2

(good chestnut and rotten chestnut)

에서 1 pa:m의 모음은 낱말이 文中(medial) 위치에 있더라도 여전히 길며, 두 번 째(2)는 [pam]으로 발음하는 것이 보다 일반적이다.
사실들의(자료들의) 과다한 단순화(oversimplification)에 기초하고 있는 Han(1964)의 규칙은 보다 긴 발화내에서의 모음 길이의 변이에 대해서는 별 희망을 던져주지 못하는 듯하다.
Han(1964)은"sentence"를 정의(definition)가 없이 하나의 단위(unit)로 사용하였다. 정의가 안된 단위를 하나의 기준틀로서 사용한다는 것은 뭔가 석연찮은 일이다. 보다 긴 발화(longer utterances)에서 모음의 길이를 지배하는 음운규칙을 발견하려는 그녀의 작업이, 그와 같은 모호한 문두, 문중, 문미와 같은 동사위치를 단지 조사하는 것에 의해 성공적으로 수행되는지의 여부는 매우 의심스럽다. 사실 목실험결과를 통해 추론하는 고 도홍(1988)의 골자는 다음과 같다.

『 인용형에서 장/단모음의 길이 비율이 2.51:1 이었던 Han(1964)의 결과와는 달리 고 도흥(1988)에서는 그 비율이 1.41:1로 줄어들었다. 개다가 모음길이의 짧아짐은 장모음에서 보다 심했다. 현대 한국어에서, 본래 길었던 낱말이 그 길이를 유지하지 못하는 이유는 부분적으로 '방언적 변이'(방언의 간섭?) 때문인 것 같다. 그러나 비록 서울말일지라도 나이 어린 젊은 화자들은 거의 장/단의 구별을 하지 않은 것 같아 보이는 게 사실이다. 이 현상은 '음성적 합류 phonetic merge'로 볼 수 있다. 젊은 세대에 있어서, 장/단모음의 대조는 최소변별쌍에서 더 이상 의미 있는 것은 아니라는 점이 일반적으로 관찰된다. 시간의 경과에 따라 장/단모음의 기능부담량이 점진적으로 줄어들어 간다는 예상을 할 수 있다. 이 예상은 다음 두 이유에서 오는 듯하다. 첫째, 한국어에서 모음의 길이는 우선적으로 어휘에 기초한다는 것. 둘째, 장모음은 문맥 속에서 더욱 짧아진다는 사실. 대화를 주고받는 상황에서 장모음의 길이는 좀 더 짧아진다. 화자가 길이를 무시하려는 경향이 있기 때문에, 청자 측에서는 ‘지각적 혼동 perceptual confusion'이 일어나는 것 같다.
한국어 모음 길이 연구에 대한 Han(1964)의 연구에 기초하여 간단한 실험을 그와 유사한 방식으로 행했다. 실험결과로부터 한국말의 모음의 길이가 그 질적인 면뿐만 아니라 양적인 면이 왜 사라져 가는지에 대한 이유가 고려되었다. 소위 ‘음성적 합류'가, 어떤 어휘 항목에서의 ‘잘못된 발음'보다 ‘음성적 변화'의 더 자연스런 방식으로 간주될 수 있을 것 같다...』

2.3.4 K. O. Kim(1975)

첫 번째 실험에서, 한국어에 있어서 자음의 길이는 인접 모음의 길이와 조직적인 관계를 맺고 있다고 밝혀졌다. 그러나 앞 모음이나 뒤 모음의 길이에 영향을 미치는 정도에 있어서 음절경계가 영향을 준다는 증거는 없는데, 이는 한국어에서 음절이 time programming의 단위가 아님을 말하는 것이다. 두 번째 실험에서, 모든 통계적 절차를 통하여 개별적 분절음은 time programming의 단위가 아니라는 논점을 지지하는데, 이는 분절음이 time programming의 단위라는 전통적 입장과 양립하는 것이다.

먼저 첫 번째 실험을 요약해보면 다음과 같다.
VCV 배열에서 자음과 인접모음들 간에 나타나는 길이의 관계를 고찰한다. 자음에 따라서 서로 다른 정도로 인접 모음의 길이에 영향을 준다. 자음이 모음의 길이에 미치는 영향은 자음의 음성적 자질, 즉 폐쇄음. 마찰음, 유성을, 양순음과 같은 자질에 의해 기술되어 왔는데, 이러한 음성적 자질은 자음 자체의 길이와도 밀접한 관계가 있으므로, 음성적 자질뿐만 아니라 자음의 길이도 모음의 길이에 조직적으로 관계되어 있다고 될 수 있다.

한국어는 음절이 리듬의 단위로 여겨지는 음절-시간 언어이며, 음절이 말의 생성 단위라는 점을 생각해 볼 때 음절 경계는 시간적 보상 현상에 중요한 역할을 담당할 것이라 생각되어, 이에 대해 여기서 토론할 것이다.
실험자료는 8개의 2음절 무의미낱말로서 /napap/ ,/naphap/ , /nap'ap/, /natap/, /nakap/, /nacap/, /nasap/, /namap/이다. frame은 '이것이 ------이다' 세 명의 피조사자가 10번 반복했으며 스펙트로그람으로 측정했다.
관찰내용은, (n - a_1 - C - a_2 연쇄에서)
1) 자음 앞에 있는 모음의 길이(a_1)가 상당히 다양하다.
2) 무성자음 앞에 있는 모음이 더 짧다(naphap:71. nakap:102).
마찰음 앞의 모음이 폐쇄음 앞의 모음보다 더 길다(nasap:98, naphap:71).
3) 뒤 모음의 길이에 대한 자음의 영향은 앞 모음보다 훨씬 작다.
4) 자음과 다른 분절음간의 상호 관련성
- 긴 자음 앞에 있는 모음은 상대적으로 짧고, 짧은 자음 앞에 있는 모음은 상대적으로 길다.
실험결과는,
1) a_1c, ca_2 에서 negative correlated. 그러나 na_1 , nC는 그렇지 않다. 즉 모음의 평균길이가 자음길이에 반비례한다(compensation).
2) a_1C사이에 음절경계가 나타나는데, 이때 음절 경계가 인접분절음 간의 시간적 상호작용에 어떤 역할을 한다면 음절경계를 가로지르는 인접 분절음간에는 서로간 덜 중요한 상관관계가 나타날 것이라 예상할 수 있다. 그러나 a_1C 와 Ca_2 를 비교해보니 예상과는 어긋나는 결과(둘 다 negative correlation). 즉 인접분절음 간의 시간적 상호작용에 관한 한 한국어에서 음절은 time programming의 단위가 아니라는 결론이 나온다.
두 번 째 실험은 다음과 같다. 세 명의 한국인 화자에게 짧은 문장을 여러 번 반복시킨다. 다양한 크기의 인접요소들 간의 관계는 분산, 관계오차. 상관계수 등에 의해 조사된다. 실험의 목적은 현 data에 반대되는, time Programming 단위에 대한 과거의 내용들을 살펴보는 것이다. 요점은 한국어에서 인접분절음간의 길이 관계조사를 통하여 time programming 의 내용을 살펴보는 것이다.
실험 자료는 '산값이 비싸다', 5분 간격을 둔 5개의 session에서 3명의 피실험자가 각각 100번 반복하였다.
관찰내용은,

1) interval의 크기가 커짐에 따라 분산과 표준편차가 커진다.
2) interval의 크기가 커지면 관계오차는 감소한다.
3) 전체발화의 분산은 구성부분의 분산 합계보다 더 작다(분절음, 음절의 분산 합계> 문장의 분산; 구의 분산 합계< 문장분산). 이는 timing이 전체 발화에 대해서programming 된다는 증거가 된다. 그러나 Ohala(1973)는 긴 구의 분산이 구성요소의 분산합계보다 더 크다는 결론을 보여준다.
4) 구성요소의 크기(interval)가 증가함에 따라 상관계수에서의 negative value는 감소한다. 그래서 결국 구성요소의 크기가 꽤 커지면 +(positive)관계가 되어 버리다. 이는 분절음이 time programming의 단위라는 전통적 입장과 양립되는 것이다.
5) 실험 2에서 결과 되는 negative 관계에 대해서는 Ohala(1973)의 견해와 일치하는 것 같다. 즉 negative 관개는 ①분절음 단계에서 길이를 엄격하게 프로그램한 결과②뇌로부터의 통제력을 마음대로 실행한 결과, ③측정 상의 오류의 결과일 수 있다.

2.3.5 지 민재(1993)

지 민제(1993)는 그동안 한국어 자료를 통한 실험적 연구의 총체적 성과를 담고 있다. 모음장단의 음운론적 역할에 관한 길이 측정 및 지각 실험을 통하여 음가(quality)와 길이와의 역동적 긴밀성을 제시하며 음성학적인 길이연구에서, 고유지속시간과 앞뒤소리의 영향을 분석하였다. 그리고 악센트, 위치와 휴지, 발화의 속도, 강세간 지속시간에서의 리듬 등과 관련한 길이의 성격 및 영향관계 등을 검토한다.
고모음/이, 우, 으/의 길이가 다른 모음들에 비해 길이가 짧으며 /에/와 /아/가 가장 길고 /으/가 가장 짧다는 결론, 그리고 /모음+자음+모음/환경에서 자음과 앞 뒤 모음의 길이를 측정하여 가장 긴 것은 /ㅊ /, 가장 짧은 것은 /ㄹ /로 제시한다. 조음방법에 따른 길이 차이를 치경부근의 연음에서는 /ㅅ / > /ㅈ / > /ㄴ / > /ㄷ / > /ㄹ /로 나타난다. 무기 경음의 경우에는 파찰음/ㅉ / > 마찰음 /ㅆ /, 파열음 /ㄸ /의 순으로 길며 유기경음에서는 /ㅊ / 이 /ㅍ /보다 길다.
자음이 앞 모음의 길이에 미치는 영향을 살펴보면, 모음의 길이는 경음앞에서 짧아지는 현상이 나타나며 또한, 자음 뒤의 모음의 길이는 유기음인 /ㅍ , ㅌ , ㅋ , ㅊ / 뒤에서 짧아지는 현상이 나타난다. 이는 자음에서 모음의 안정구간까지의 과도(transition) 구간이 기식음(aspiration)으로 나타나기 때문이다.
악센트와 길이의 문제에서는 성 철재(1991), 전 은주(1991)를 참고하여 악센트지각에서 그리고 음향적 측정에서 '길이'가 우리말의 지표라는 주장을 하며 위치와 휴지에서는 경계앞 음절의 길이 증가에 주목하였다. 즉 강한 경제에서는 휴지, 억양변화, 길이 증가가 모두 나타나지만, 약한 경계에서는 휴지가 없어지고 억양변화와 길이 증가의 두 요소가 같이 나타나거나 둘 중 하나만 나타나기도 한다는 것이다.

발화의 속도와 관련된 문제에서는 발화전체 길이의 속도에 따른 증감의 비율과 개개 낱말, 분절음의 증감비율의 상호관계를 다루고 있다. '새국어생활'을 자료로 하여 발화된 자료는 전체길이가 보통속도에서 1000 msec. 느린 속도에서 1530 msec(53% 증가), 빠른 속도에서 630 msec(37 % 감소)로 나타났다.
각 단어의 변화율은 다음과 같다.

	새	국어	생활	전체
느린 속도	+ 80 %	+ 23 %	+ 39 %	+ 53 %
빠른 속도	- 80 %	- 60 %	+ 32 %	- 37 %

각 단어의 변화율은 전체 변화율과 다르다. 일반적으로 경계 앞에서는 변화율이 적고, 자음보다 모음의 변화가 높은 경향이 있다. 이 점은 음성합성의 발화 속도 조절에서 고려해야 할 사항이다. 모음의 포만트는 느린 속도에서는 보통속도에서보다 모음의 포만트의 안정구간이 더 길고 강하다. 그러나 빠른 속도에서는 모음이 안정될 겨를이 없이 다음 소리로 변해가므로 모음의 안정 구간을 찾기 힘들다. 이것이 바로 빠른 말에서 나타나는 소리의 약화현상이다.
강세간 지속시간(interestress interval)을 『'말 '많다』에서 출발하여 비강세 음절의 수를 '말과 '많 사이에 증가시켜 나간 자료를 사용하여 음절수 증가에 따른 시간의 증가비율을 측정하여 우리말 리듬의 경향이 음절-시간 언어인 스페인어에서 보이는 것과 유사한 비율을 얻고 있다.

2.4 시간적 규칙성에 관한 조정 -분절길이를 중심으로-

스웨덴어 및 기타 다른 언어들에서의 시간적 규칙성(temporal regularity)과 관련된 분절길이와 낱말길이, 그리고 구(phrase) 사이의 의존관개에 관한 연구를 Strangert(1985)에서 잘 정리해 놓았다.

Lindblom & Rapp(1973)은 낱말과 구에서의 강세모음 길이에 관한 연구 및 위치의 영향관계 등을 다룬다. 연구내용은 동일음절이 반복되는 무의미 연속체(reiterant speech)를 이용하여 진행한 것이었는데(dadada...) 나중에 실제 낱말의 강세모음/a:/의 길이에 관한 추가자료를 보고했다. 고립형 혹은 체계적으로 변화시킨 보통의 문장 틀에서의 Dag, dagen, idag, 그리고 Dagobert 와 같은 낱말들이었다(Lindblomet al.,1976).

'낱말-길이 효과(word length effect)'로 이름지은 그들 연구에 있어 가장 중요한 부분은, 강세모음 길이가 낱말 내의 음절수가 증가함에 따라 줄어든다는 내용이다. 결과되는 단음화효과(shortening)는 1음절과 2음절어 사이 단계에서 가장 분명했으며. 2음절어 보다는 3음절어에서 그 다음으로 뚜렷했다. 그리고 후속음절의 shortening effect가 선행음절보다 더 분명했다.

낱말들은 구로 결합될 때 구내의 낱말 수에 관한 함수관계로 추가적인 shortening이 발생되는데, 이때 낱말들은 큰 구(phrase)내에서 그 shortening이 평준화(levelled out)된다(shortening이 더 이상 진행되지 않음). 이것이 '구-길이 효과(phrase-length effect)' 이다. 또한 구(phrase)내에서는, 고립낱말에서와 유사한 방식으로 선행낱말보다 후속낱말이 길어짐에 따른 급속한 shortening이 분명하게 나타났다.

Lyberg(1977) (나중에 Lyberg 1981 로 정교화 된)의 연구는 Lindblom et al.(1976)의 자료에 기초했다. phrase 내에서의 '낱말-길이 효과'에 대한 자료를 조사했는데, 문미위치를 재외하고는 그러한 효과가 없는 것 같다는 결론에 도달했다.

스웨덴어를 제외한 다른 언어들에서, 특히 고립된 낱말에서 '낱말 길이 의존 효과'는 상당한 일반성이 있는 것 같다. 강세-시간 언어에서 '낱말 길이 의존 효과'는 영어(Lehiste 1971,1972), 네덜란드어(Nooteboom 1972), 그리고 독일어(Riedveld 1975)등에서 관찰되었고, 음절-시간 언어에서는 스페인어(Hutchinson 1973), 그리고 불어(Roudet 1910)에서 보고되었다. 덧붙여 고립낱말에서의 '낱말-길이 효과'는 다양한 언어에서 나타난다.

낱말(어휘적 혹은 음운적)이 phrase에서 나타날 때 '낱말-길이 효과'는 phrase-finally(Lyberg 1977에서 예상할 수 있는 것처럼) 뿐 아니라, 중간위치(medial position)에서도 나타나는 것처럼 보인다.

이러한 주장은 무의미 자료를 이용한 Oller(1973)의 연구, 보통의 영어 문장을 이용한 Klatt(1973), 그리고 Klatt & Cooper에서 뒷받침된다. 그러나 Klatt(1975)는 'word-level effect'가 경미하다고 했으며, 따라서 '언어음 발생에 관한 equal-stress timing model 의 어떤 강력한 공식(ibid. p. 139)과는 양립할 수 없다는 입장을 취했다. 그리고 Umeda(1972)도 '낱말길이 의존'의 존재를 무시했다. 문장 내에서의 낱말-길이 효과는 독일어에서도 또한 보고되었다(Kohler 198).
Fisher-Jørgensen(1982, 1983)에 의하면, 덴마크어에서의 '낱말-길이 효과'는 1음절(monosyllable)에 비교하여 다음절(polysyllable)에서의 모음 장음화 경향이라는 반대되는 결론이 나왔다. 그러나 어민 음절유영에서 모음은 길어졌다. 유사하게. 핀란드어에서는 '낱말-길이 효과'가 Lehtonen(1970:138-145)의 연구에서 나타나지 않았다.
영어에서의 '구-길이 효과'는 Lehiste(l980b)에 의해보고 되었는데 긴 문장에 삽입한 실험낱말의 길이가 짧은 문장에 끼워 넣은 동일 낱말보다 더 짧아졌다. 이러한 발견은 강세모음에 대한 Lindblom & Rapp(1973)의 연구보고와 일치한다.

2.5 한국어의 리듬과 관련한 시간적 규칙성(temporal regularity)

지금까지의 논의를 바탕으로, 한국어가 보여주고 있는 리듬현상에서는 과연 어떠한 변수가 지배적인지 앞으로의 실험을 통해 그 시간적 구조(temporal structure)를 밝혀보려 한다.
대개의 실험연구가 그렇듯이, 실험을 통해 밝혀보려 하는 내용은 우리의 청각판단이 이루어진 다음의 가설에 대한 증명이라 할 것이다. 우리말이 가지고 있는 특징 중 기능어(조사)의 발달로 인한 자유어순이 가능한 점을 고려하면, 어순이 어느 정도 고정된 언어와 비교하여 그 리듬의 실현양상이 달라질 수 있는 가능성을 생각할 수 있을 것이다.

2.5.1 연구목적

위에서 밝힌 바와 같이 우리말 운율이 가지고 있는 시간구조와 관련한 리듬의 측면을 문장구성의 단위인 어절을 중심으로 하여 밝혀본다. 특히 그 위치에 따른 길이변동 즉 문장의 앞쪽에서(initial) 일어나는 변동과 문장의 뒤쪽(final)에서 일어나는 변동, 그리고 문중에서 일어나는 변동을 compensation의 방향성과 결부시켜 논의해볼 것이다.

2.5.2 연구방법

문장구성의 단위인 어절이 문장 내에서 차지하는 위치에 따라 그 길이의 변동을 어떻게 실현시키는지 살펴보기 위하여 기본문장을 바탕으로 체계적으로 어절을 늘려서 그 늘어남의 방향성에 따른 문두위치의 어절, 문미위치의 어절, 그리고 문중(media1)으로 삼을 수 있는 주어의 길이 변동을 파악한다. 이를 바탕으로 한국어의 리듬에선 backward compensation이 우세한지 아니면 anticipatory compensation이 우세한지 그 유형적 면을 고찰해볼 것이다.
그리고 문중에 위치한 어절의 양쪽으로 체계적인 음절증가를 유도하여 이로 인해서 문중의 어절이 어떻게 환경적(contextual)영향을 입나하는 점을 밝히도록 한다. 다시 말해 선행음절의 증가와 후속음절의 증가 중 어떤 부분이 더 영향을 미치나 하는 점이다. 음절의 증가라는 점에서 위의 어절 증가와는 좀 다른 면이 있겠지만 결국 이를 통해서도 compensation의 방향성은 어느 정도 파악될 수 있다.
어절은 띄어쓰기의 단위가 됨과 동시에 끊어 읽기의 단위가 되기 때문에 기준(reference)으로 삼을 만 하긴 하나 엄격히 말해 리듬의 단위라고 정의하기는 곤란하다.

때문에 이 현복(1974, 198a)에선 '말토막'이라는 리듬단위를 새로 정의 내렸다.
본 실험에서는 우선 하나의 경향성을 파악해보기 위한 시고로서 미흡하긴 하지만 어절 중심의 논의를 펼치기로 한다.
실험의 내용은 다음과 같다.

2.5.2.1 실험자료

실험자료 전체와 논의의 편리를 위해 부여한 기호들은 아래와 같다.
* 산에는(sen) * 사람이(sri) * 산다(snd) * 말문이(mni)

1) zero: 산에는 산다.
2) sarami(sri): 산에는 사람이 산다.
3) sarami + I(sri + I): 산에는 사람이 많이 산다(A).
4) sarami + II(sri + II): 산에는 사람이 많이 모여 산다(A).
5) sarami + III(sri + III): 산에는 사람이 많이 모여 같이 산다(A).
6) sanami + IIII(sri + IIII): 산에는 사람이 많이 모여 같이 정답게 산다(A).
7) I + sarami(I + sri): 산에는 아름다운 사람이 산다(B).
8) II + sarami(II + sri): 산에는 순박하게 아름다운 사람이 산다(B).
9) III + sarami(III + sri): 산에는 진실로 순박하게 아름다운 사람이 산다(B).

10) malmuni(mni): 말에 말문이 산다.
11) I + malmuni(I + mni): 말본에 말문이 산다.
12) II + malmuni(II + mni;mni*): 말본 책에 말문이 산다.
13) III + ma1muni(III + mni): 말본 책들에 말문이 산다.
14) IIII + malmuni(IIII + mni): 말본 책들 중에 말문이 산다.

12-①) mni* : 말본 책에 말문이 산다.
15) mni* + I: 말본 책에 말문이 살더라.
16) mni* + II: 말본 책에 말문이 산다더라.
17) mni* + III: 말본 책에 말문이 산다하더라.
18) mni* + IIII: 말본 책에 말문이 산다하더구나.

2.5.2.2 피실험자

서울 출신의 20대 남자 5명을 피실험자로 택했다.

2.5.2.3 실험절차 및 방법

위에서 제시한 실험 자료를 무작위로 섞어 서로 제시되는 순서가 다른 총 5부의 카드를 만들었다. 한 장의 카드에 하나의 문장이 들어있도록 하였다. 자연스러운 발화를 유도하기 위하여 피실험자들을 여러 번 연습시켰으며 '말본책', '말문이'에서의 '말', 그리고 '산다(生)'의 '산'에서의 모음이 장모음의 음가로 실현되어야 표준말임을 주지시켰고 딱딱한 실험실 녹음(Lab Speech)을 가능한 한 지양하기 위해 애를 썼다. 결과적으로 피실험자들은 18개의 문장을 5번 녹음한 셈이다.
녹음은 서울대 언어학과의 음성/음향실험실에서 Inkel Digilink II 모델 명DD-3010 C cassettedeck을 이용하여 왼쪽 채널 mono로 받았으며 마이크는 미국Shure사의 다이내믹 마이크로서 모델명은 Unidyne III 545 D 이다.
맥킨토쉬를 이용하여 11 kHz sampling, 8 bit로 quantizing 하여 A/D 변환시켰다.
SoundEdit 2.05 version으로 segmentation하였고 Statview로 통계처리 하였다.
segmentation은 각 분절음의 경계부분의 정현파(sine wave)의 출발점(zero crossing)을 자르는 것으로 약속했다.

2.5.2.5 실험내용

1) 후속어절의 증가로 인한 문두 어절(산에는)의 길이 변화

실험자료에서 '산에는 산다' 문장의 <u>산에는 </u>을 기준(reference)으로 하여 문장내의 어절이 증가함에 따라 각 문장에서의 '산에는'이 나타내는 길이의 절대 값과 그 비율을 검토한다.
증가의 유형으로 두 가지 문장형태를 만들어 보았는데 첫째는, zero(산에는 산다)에서 sri + IIII(산에는 사람이 많이 모여 같이 정답게 산다.)에 이르는 어절이 주어인 '사람이'에 후속하여 증가하는 유명이며(A 유형) 둘째 형태는, zero(산에는 산다)에서 III + sri(산에는 진실로 순박하게 아름다운 사람이 산다.)에 이르는 것으로 주어의 앞부분으로 어절이 증가하는 유형 즉 주어를 선택하는 어절이 증가하는 문장유형이다(B 유영).

둘째 부분의 문장형태에서는, 첫째 문장 형태의 증가어절이 거의 2음절로 국한된 데 반해, 3음절에서 4음절까지를 포괄하고 있다. 이 두 형태(A와B)의 대비를 통해서도 나름대로의 해석은 가할 수 있을 것이다.

2) 선행어절의 증가로 인한 문미 어절(산다)의 길이 변화

위 1)과 마찬가지로 '산에는 산다' 문장의 산다 를 기준으로 하여 문장내의 어절이 증가함에 따라 각 문장의 마지막 어절 '산다'가 나타내는 길이의 변화수치에 대한 평균값과 기준문장(ref. sentence)의 '산다'에 비교하여 파악해볼 수 있는 비율을 제시한다. 1)과 마찬가지로 문장의 유형은 주어인 '사람이' 뒤로 어절이 증가되어 가는 유형과 '사람이' 앞으로 증가되는 유형의 두 가지로 나누어 보았다.

3) 후속어절의 증가로 인한 문중 어절(medial:사람이)의 길이 변화

sarami문장(산에는 사람이 산다)의 '사람이'를 기준(reference)으로 하여, 그 뒤로 sarami + IIII(산에는 사람이 많이 모여 같이 정답게 산다)까지 증가하는 문장들에서 각 문장의 '사람이'가 후속어절이 하나씩 증가됨에 따라 보이는 길이 변화의 모습을 그 절대값과 기준문장(sarami)의 '사람이'에 대비한 비율로 제시한다.

4) 선행어절의 증가로 인한 문중 어절(사람이)의 길이 변화

위 3)과 마찬가지로 sarami 문장(산에는 사람이 산다)의 '사람이'를 출발점으로 하여, 그 앞쪽으로 어절이 하나씩 증가하여 III + sarami문장(산에는 진실로 순박하게 아름다운 사람이 산다.)에까지 이르는 동안 각 문장에서의 '사람이'의 길이가 변화되는 모습을 관찰한다.

5) 선행어절에서의 음절증가로 인한 문중 어절(말문이)의 길이 변화

malmuni 문장(말에 말문이 산다)의 '말문이(mni)'를 기준(reference)으로 하여 선행어절의 음절들이 하나씩 증가함에 따라 각 문장에서의 문중어절(medial) '말문이'가 겪는 길이의 변화를 추적한다. malmuni 문장(말에 말문이 산다)에서 IIII + mni 문장(말본 책들 중에 말문이 산다)에 이르는 동안 선행어절의 음절은 '말에', '말본에', '말본 책에', '말본 책들에', '말본 책들 중에' 순으로 CVC 형태 음절의 체계적인 증가로 제시된다.

6) 후속어절에서의 음절증가로 인한 문중 어절(말문이)의 길이 변화

II+ malmuni(mni*;말본 책에 말문이 산다) 문장에서의 '말문이'를 기준으로 하여 후속어절에서의 음절이 하나씩 증가됨에 따라 각 문장에서의 '말문이'의 길이가 변화되는 모습을 파악한다. 즉 mni*(말본 책에 말문이 산다)를 기준으로 하여, mni*+I(말본 책에 말문이 살더라), mni*+ II(말본 책에 말문이 산다더라), mi* III(말본 책에 말문이 산다하더라), mni*+ IIII(말본 책에 말문이 산다하더구나)의 각 문장에서 '말문이'가 후속어절의 음절증가로 인해 받는 길이의 변화 값과 기준문장의 '말문이' 길이에 대한 각 음절 증가된 문장에서의 '말문이' 길이의 변화비율을 제시한다.

2.5.3 실험결과

각 피실험자가 5회씩 녹음한 내용을 segmentation하여 Statview에 입력한 내용의 평균값과 기준문장의 어절길이에 대한 비율(ratio)을 다음의 도표에 제시하였다. 매회 녹음의 실질적인 duration 및 평균값, 그리고 표준편차는 부록을 참조하기 바란다.
참고로 다섯 명의 20대 남자로 이루어진 피실험자군은 기술의 변화를 위하여 다음과 같은 영어기호로 약한다.
(Hanse ;Hansa: Park; Leeho ;Leedae)
도표의 독해는 어떤 문장유형(예:zero, II+ sri)에 대해서 다섯 피실험자 각각의 평균길이 값과 비율이 어떻게 나타나는가에 중점을 두기 바란다. 한 예를 들자면 '산에는 사람이 산다' 즉 sri로 기호화된 문장유형에서 피실험자 hanse가 보여준 개개어절의 길이에 대한 값들은 sen-hanse, sri-hanse, snd-hanse 와 같이 제시된다.

1) 후속어절의 증가로 인한 문두 어절(initial;산에는)의 길이 변화(A,B)
위에서 밝혔던 것처럼 문장 내용속의 주어인 '사람이'를 중심으로 어절군이 후속하며 증가되는 문장유형(A)과 선행하며 증가되는 문장유형(B)으로 나누어서 도표로 제시해본다.
각 문장유형의 어절군이 증가됨에 따라 변화되는 문두어절(산에는)이 다섯명의 피실험자 각각에 대한 평균값과 비율로 제시된다.

sen.type\Phr.-Inf.	sen-hanse	sen-hansa	sen-park	sen-leeho	sen-leedae
zero	526.29	448.82	453.48	413.22	469.39
sri	508.50	400.88	395.17	410.00	448.06
sri + I	527.09	412.37	397.24	416.28	425.93
sri + II	494.39	436.11	397.30	415.13	429.41
sri + III	518.48	411.69	384.48	413.73	428.82
sri + IIII	508.51	393.30	393.55	390.28	445.77

<표 1> A문장에서의 sen Duration-Total

sen. type\Phr. -Inf.	sen-hanse	sen-hansa	sen-park	sen-leeho	sen-leedae
zero	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
sri	0.966	0.893	0.871	0.992	0.955
sri + I	1.002	0.919	0.876	1.007	0.907
sri + II	0.939	0.972	0.876	1.005	0.915
sri + III	0.985	0.917	0.848	1.001	0.914
sri + IIII	0.966	0.876	0.868	0.944	0.949

<표 2> A문장에서의 sen Duration-ratio-Total

sen. type\Phr. -Inf.	sen-hanse	sen-hansa	sen-park	sen-leeho	sen-leedae
zero	526.29	448.82	453.48	413.22	469.39
sri	508.50	400.88	395.17	410.00	448.06
I + sri	478.55	352.70	396.79	406.48	435.69
II + sri	494.73	394.88	379.41	395.39	435.04
III + sri	527.86	395.53	385.90	411.06	458.35

<표 3> B문장에서의 sen Duration-Total

sen. type\Phr. -Inf.	sen-hanse	sen-hansa	sen-park	sen-leeho	sen-leedae
zero	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
sri	0.966	0.893	0.871	0.992	0.955
I + sri	0.909	0.786	0.875	0.984	0.928
II + sri	0.940	0.880	0.837	0.957	0.927
III + sri	1.003	0.881	0.851	0.995	0.976

<표 4> B문장에서의 sen h1ration-ratio-Total

2) 선행어절의 증가로 인한 문미 어절(산다)의 길이변화(A, B)

sen. type\Phr.-Inf.	snd-hanse	snd-hansa	snd-park	snd-leeho	snd-leedae
zero	534.48	490.48	515.08	447.22	466.50
sri	518.88	481.81	483.47	465.22	430.09
sri + I	515.13	462.61	452.82	451.35	412.95
sri + II	530.41	461.37	444.26	446.31	432.90
sri + III	495.42	463.29	453.44	357.02	413.84
sri + IIII	502.86	432.79	423.35	432.95	415.21

<표 5> A문장에서의 snd Duration-Total

sen. type\Phr.-Inf.	snd-hanse	snd-hansa	snd-park	snd-leeho	snd-leedae
zero	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
sri	0.971	0.982	0.939	1.040	0.922
sri + I	0.964	0.943	0.988	1.009	0.885
sri + II	0.992	0.941	0.863	0.998	0.928
sri + III	0.927	0.943	0.880	1.022	0.887
sri + IIII	0.941	0.882	0.822	0.968	0.890

<표 6> A문장에서의 snd Duration-ratio-Total

sen. type\Phr. -Inf.	snd-hanse	snd-hansa	snd-park	snd-leeho	snd-leedae
zero	534.48	490.48	515.08	447.22	466.50
sri	518.88	481.88	483.47	465.22	430.09
I + sri	527.20	447.95	464.12	448.62	430.35
II + sri	518.66	459.01	440.75	429.50	406.71
III + sri	515.06	440.68	415.06	424.42	413.99

<표 7> B문장에서의 snd Duration-Total

sen. type\Phr. -Inf.	snd-hanse	snd-hansa	snd-park	snd-leeho	snd-leedae
zero	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
sri	0.971	0.982	0.939	1.040	0.922
I + sri	0.986	0.913	0.901	1.003	0.923
II + sri	0.970	0.936	0.856	0.960	0.872
III + sri	0.964	0.898	0.806	0.949	0.887

<표 8> B문장에서의 Snd Duration-ratio-Total

3) 후속어절의 증가로 인한 문중 어절(사람이)의 길이의 변화

sen. type\Phr. -Inf.	sri-hanse	sri-hansa	sri-park	sri-leeho	sri-leedae
sri	442.88	366.93	380.13	343.62	364.55
sri + I	414.66	364.48	378.88	344.53	344.64
sri + II	428.88	324.24	352.82	342.44	348.71
sri + III	444.86	321.84	371.50	345.88	378.10
sri + IIII	418.77	328.91	358.28	339.15	347.79

<표 9> A문장에서의 sri Duration-Total

sen. type\Phr. -Inf.	sri-hanse	sri-hansa	sri-park	sri-leeho	sri-leedae
sri	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
sri + I	0.936	0.993	0.997	1.003	0.945
sri + II	0.968	0.884	0.928	0.996	0.956
sri + III	1.004	0.877	0.977	1.006	1.037
sri + IIII	0.946	0.896	0.943	0.987	0.945

<표 10> A문장에서의 sri Duration-ratio-Total

4) 선행어절의 증가로 인한 문중 어절(사람이)의 길이의 변화

sen. type\Phr. -Inf.	sri-hanse	sri-hansa	sri-park	sri-leeho	sri-leedae
sri	442.88	366.93	380.13	343.62	364.55
I + sri	402.39	292.86	342.46	308.95	350.42
II + sri	393.35	306.86	350.97	320.46	338.11
III + sri	414.15	308.53	337.30	313.95	334.15

<표 11> B문장에서의 sri Duration-Total

sen. type\Phr. -Inf.	sri-hanse	sri-hansa	sri-park	sri-leeho	sri-leedae
sri	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
I + sri	0.909	0.798	0.901	0.899	0.961
II + sri	0.888	0.836	0.923	0.933	0.927
III + sri	0.935	0.841	0.887	0.914	0.917

<표 12> B문장에서의 sri Duration-ratio-Total

5) 선행어절에서의 음절증가로 인한 문중 어절(말문이)의 길이 변화

sen. type\Phr. -Inf.	mni-hanse	mni-hansa	mni-park	mni-leeho	mni-leedae
mni	551.39	426.60	400.42	422.42	453.26
I + mni	536.77	434.70	420.42	403.71	445.02
II + mni	525.44	428.66	412.93	397.97	446.38
III + mni	534.19	416.17	406.79	389.73	423.57
IIII + mni	517.17	403.40	399.24	385.49	428.51

<표 13> 선행어절의 음절수 증가로 인한 mni Duration-Total

sen. type\Phr. -Inf.	mni-hanse	mni-hansa	mni-park	mni-leeho	mni-leedae
mni	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
I + mni	0.973	1.019	1.049	0.956	0.982
II + mni	0.953	1.005	1.031	0.942	0.985
III + mni	0.969	0.976	1.016	0.923	0.934
IIII + mni	0.938	0.946	0.997	0.913	0.945

<표 14> 선행어절의 음절수 증가로 인한 mni Duration-ratio-Total

6) 후속어절에서의 음절증가로 인한 문중 어절(말문이)의 길이 변화

sen. type\Phr. -Inf.	mni-hanse	mni-hansa	mni-park	mni-leeho	mni-leedae
mni*	525.44	428.66	412.93	397.97	446.38
mni* + I	518.99	396.84	431.06	393.24	448.77
mni* + II	525.19	410.77	422.84	373.06	437.88
mni* + III	534.81	398.73	417.60	384.21	454.48
mni* + IIII	548.33	418.93	409.28	387.93	438.31

<표 15> 후속어절의 음절수 증가로 인한 mni R1ration-Total

sen.type\Phr.-Inf.	mni-hanse	mni-hansa	mni-park	mni-leeho	mni-leedae
mni*	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
mni* + I	0.988	0.926	1.044	0.988	1.005
mni* + II	0.999	0.958	1.024	0.937	0.980
mni* + III	1.018	0.930	1.011	0.965	1.018
mni* + IIII	1.044	0.977	0.991	0.975	0.982

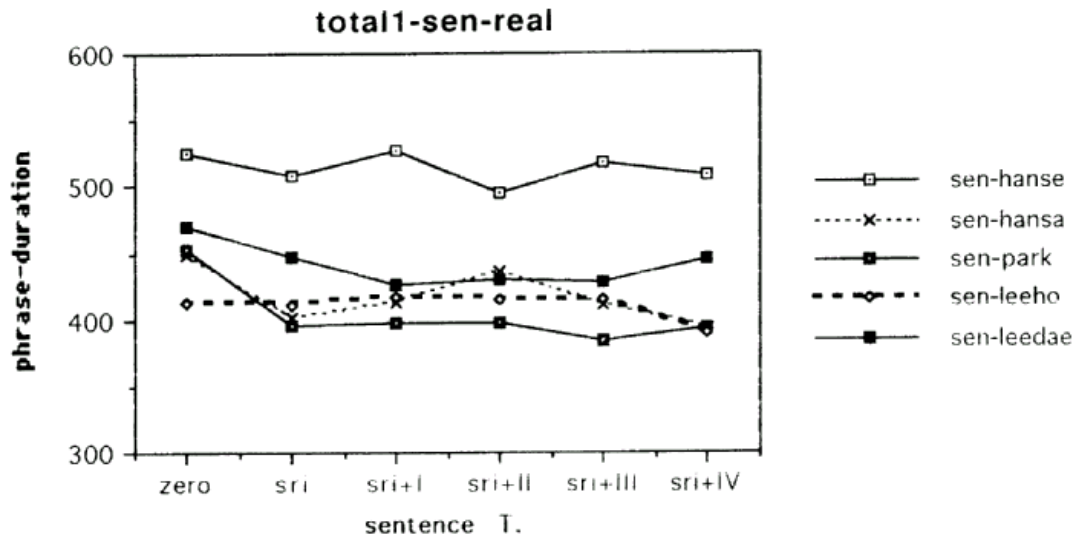
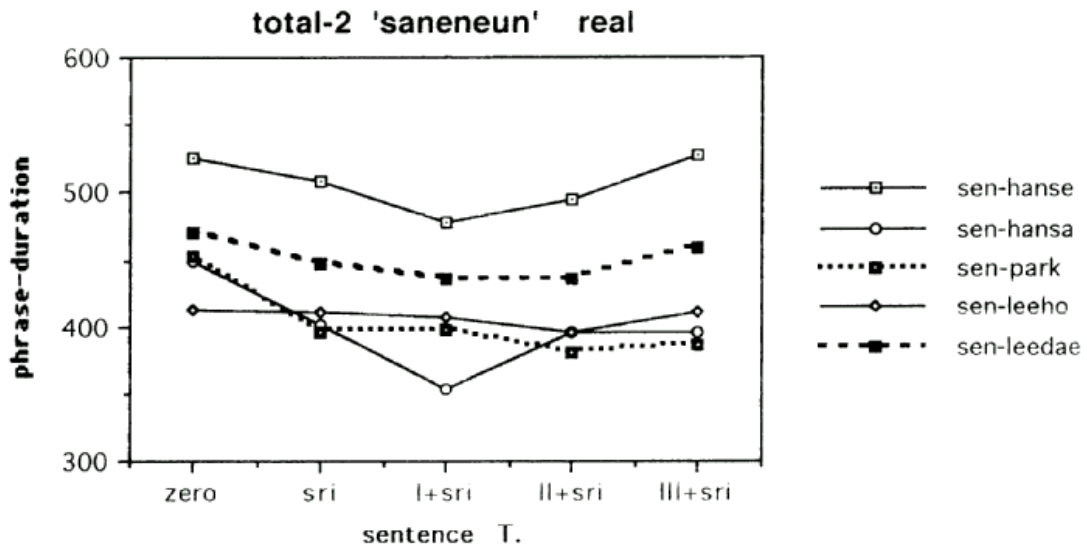
<표 16> 후속어절의 음절수 증가로 인한 mni Duration-ratio-Total

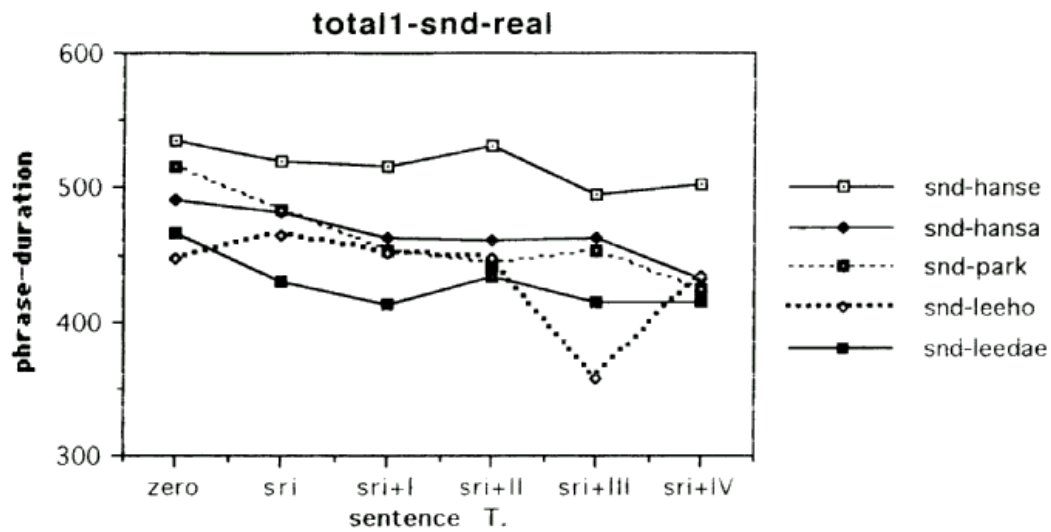
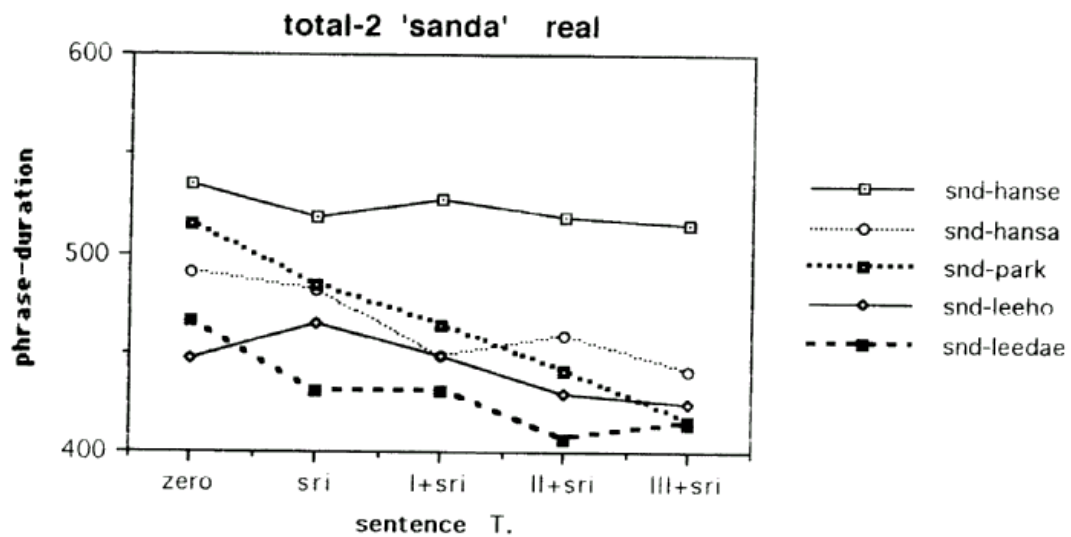
2.5.4 실험결과 분석 및 해석

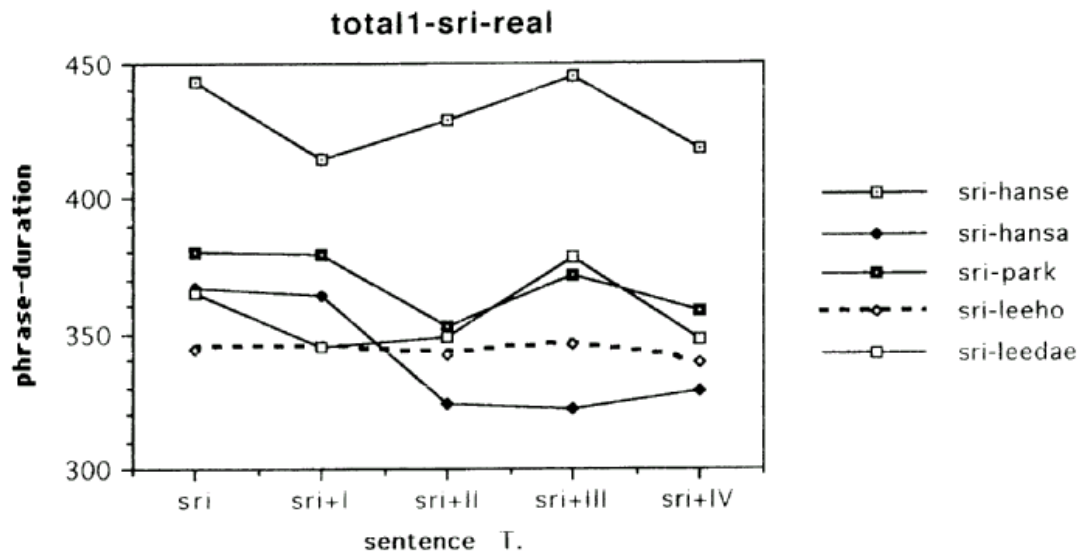
지금까지 다섯 명의 20대 남자를 피실험자로 하여 파악해본, 문장에서의 어절 군이 증가함에 따른 문두, 문미, 문중어절의 위치에 따른 길이변화의 양상을 도표로 제시하였다. 그리고 문중의 고정된 어절이 그 앞, 뒤 어절에 대해 체계적인 음절증가를 시켜본 결과 변화되는 길이의 모습도 도표를 통해서 그 평균값과 비율을 살펴보았다.
다음에는 위의 도표화된 결과를 그래프를 통해서 제시하겠다. 이를 토대로 지금까지 살펴본 내용을 정리해보고자 한다

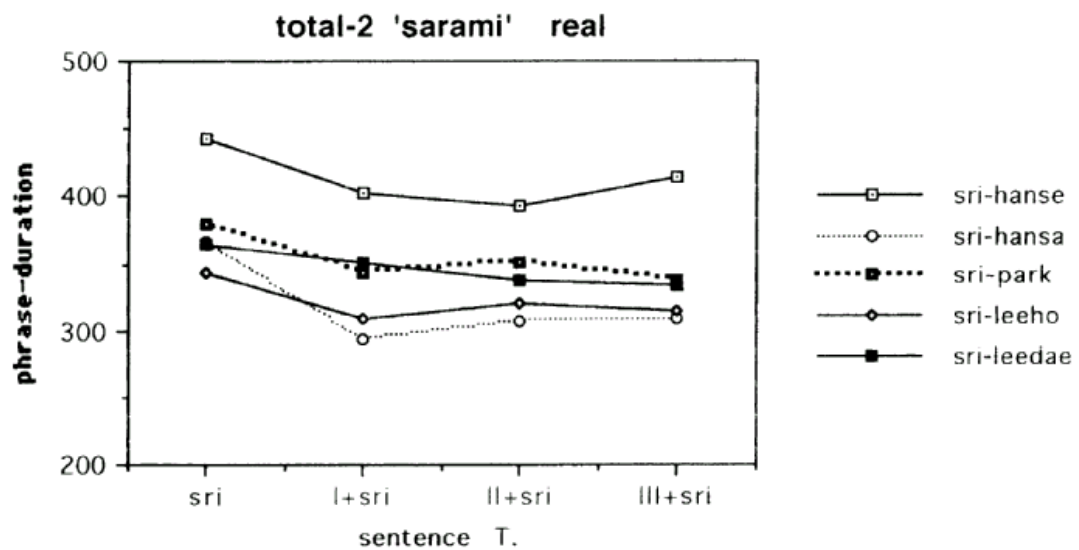
Lindblom et al.(1981)와 Lyberg(1977, 1981) 등에서 word-length effect와 phrase-length effect를 논하였음은 이미 앞에서 밝혔다. 그 들 주장의 요지는 대폭 간소화하여 말하자면 다음과 같다. 강세-시간 언어의 한 유형인 스웨덴어를 바탕으로 무의미 낱말 및 구(phrase), 유의미 낱말 및 구 모두를 실험한 결과 음절증가의 영향으로 입는 강세모음의 길이는 선행음절의 영향보다 후속음절의 영향이 더 크다는 Anticipatory compensation의 경향을 보였으며, phrase 차원에서는 어두위치에서는 one-word phrase 와 multi-word phrase사이 단계에서(예를 들면 Dag에서 Dag berättar로 넘어가는 경우) 급격한 shortening을 보이며 그 후에는 어느 정도의 상수 값을 유지하는데 final 위치에 비해서 shortening의 값이 전반적으로 크다. final 위치에서는 소위 phrase-length effect로 이름 붙인 phrase가 늘어남에 따른 일정 함수 값의 비율로 shortening 이 발생하는 양상을 보이는데 shortening의 정도는initial 위치에 비해 그다지 심하지 않으며 어말장음화의 경향이 심하게 발생한다는 정도로 요약 가능하다.

본 실험이 취한 방식은 위 논저를 원용한 것이라 볼 수 있는데 Lindblom et als.(1981)와 Lyberg(1977,1981)가 측정한 단위는 강세모음인데 반해 본 실험에서는 어절의 길이변화에 초점을 맞추었다.

1) 후속어절의 증가로 인한 문두 어절(initial; 산에는)의 길이 변화(A,B)

<그래프 1> A문장에서의 sen Duration-Total

<그래프 2> B문장에서의 sen Duration-Total

2) 선행어절의 증가로 인한 문미 어절(산다)의 길이변화(A, B)

<그래프 3> A문장에서의 snd Duration-Total

<그래프 4> B문장에서의 snd Duration-Total

3) 후속어절의 증가로 인한 문중 어절(사람이)의 길이의 변화

<그래프 5> A문장에서의 sri Duration-Total

4) 선행어절의 증가로 인한 문중 어절(사람이)의 길이의 변화

<그래프 6> B문장에서의 sri Duration-Total

어절군 증가에 따른 길이변화에 대한 평균값의 그래프가 <1-6> 까지 제시되었다. 일견 어떤 일관성을 찾기가 어렵게 느껴질지 몰라도 대체적인 경향은 어느 정도 찾을 수 있다.
평균값으로 살펴본 대체적 경향은 다음과 같다.

1) 문두, 문미, 문중을 불문하고 어절의 수가 많아짐에 따라 다소의 차이는 있으나 살펴보고자 하는 부분의 어절길이의 shortening은 발생하고 있다. 그러나 눈에 띌 정도의 함수관계를 보여준다든지 위치에 따라서 완전히 이러하다 라는 고정관념을 심어줄 만큼은 못된다.

2) 그래프 1,2와 3,4를 대비시켜 보면, 우리말은 문미위치(final)의 어절부분의 길이가 선행어절의 증가에 따라서 좀 더 많이 줄어들며 상대적으로 문두위치(initial)의 어절길이는 큰 변화를 보이지 않은 것 같다.

3) 문미위치의 '산다'는 선행어절의 증가에 따라서 어느 정도 체계적인 모습으로 shortening이 나타나서 마지막 증가어절이 나타나는 sri+ IIII 나 III+ sri 같은 문장에서는 그래도 어느 정도 가장 많이 줄어든 모습으로 나타난다. 그래프 3의 snd-leeho를 제외하고는 모두 공동의 경향을 보이며 특히 그래프 4는 이러한 점을 더욱 뒷받침한다.

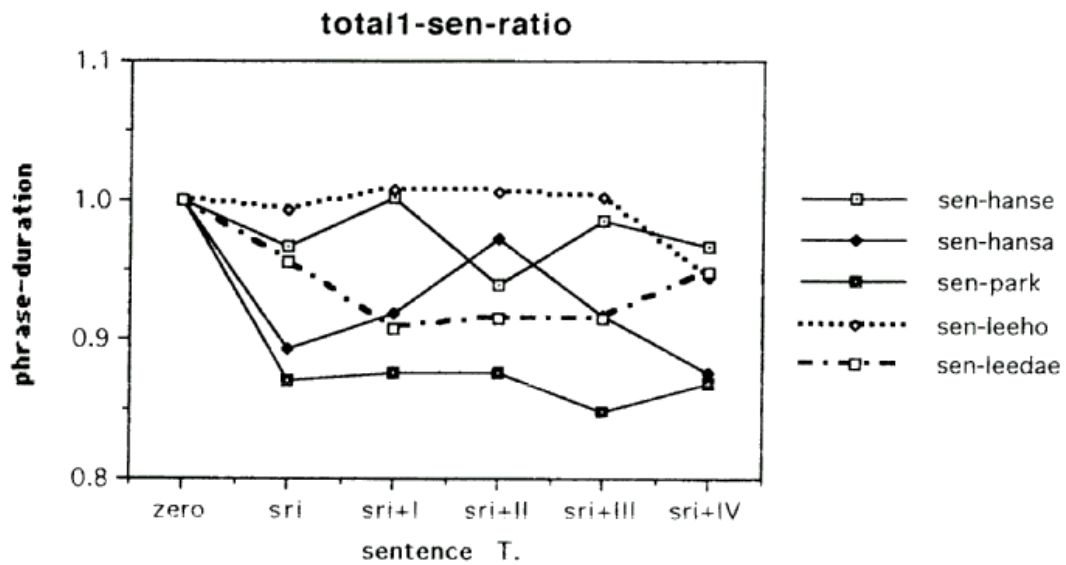
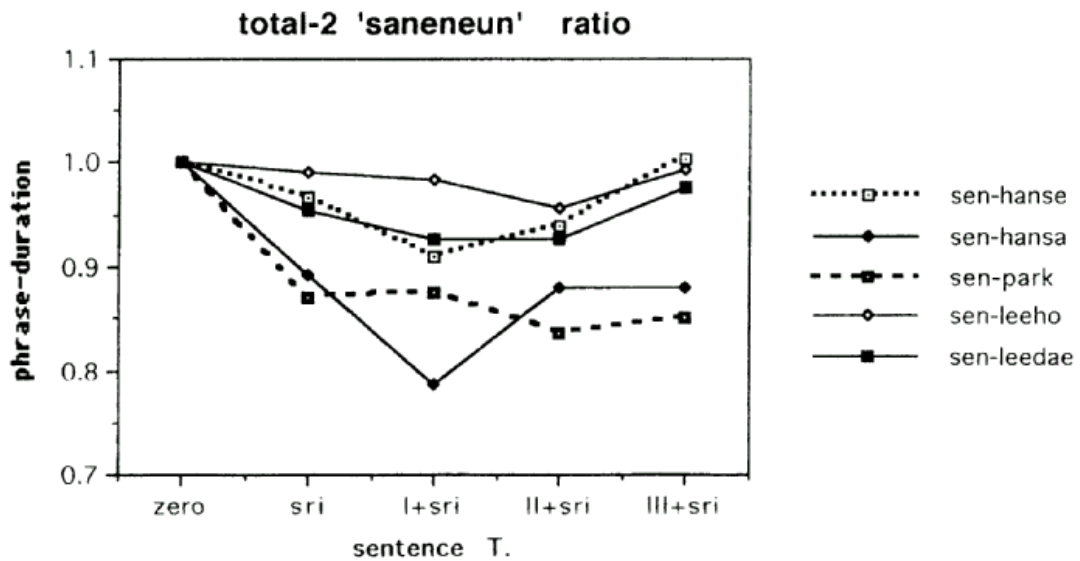
4) 비율그래프를 보면 보다 분명하게 드러나겠지만, 흥미 있는 것은 문두위치의 '산에는'의 경우 shortening 이 문미위치에 비해 그다지 심하지 않으며 오히려 후속어절의 수가 증가됨에 따라 그 길이가 줄어들지 않고 늘어나는 경향도 볼 수 있다. 2음절 어절 군이, 주어인 '사람이' 다음으로 후속 되는 A 유형 문장의 경우는 그다지 심하지 않으나 3음절, 4음절 어절 군이 주어 앞으로 증가되어 후속 되는 B유형의 경우는 상대적으로 분명하게 드러난다. 그래프 1과 2를 대비해보면 분명할 것이다.
이에 대한 설명은 '리듬교체'에 관한 이론을 도입하면 될 것이다. 즉 문장이 길어짐에 따라 리듬그룹의 무리 짓기가 발생하며 음절수가 많은 어절 군이 증가될수록 그 경향은 더 심할 수 있다는 해석이다.

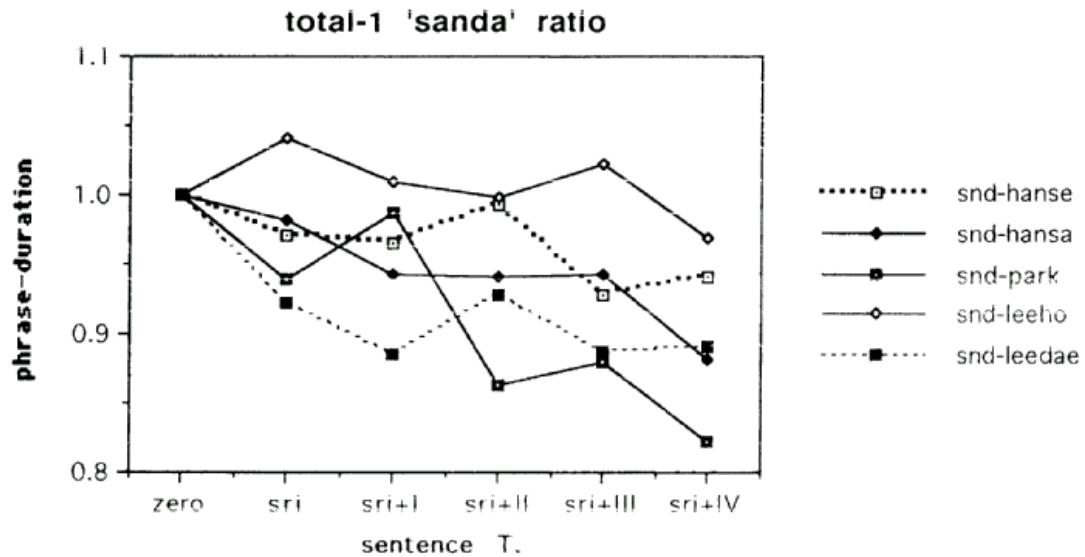
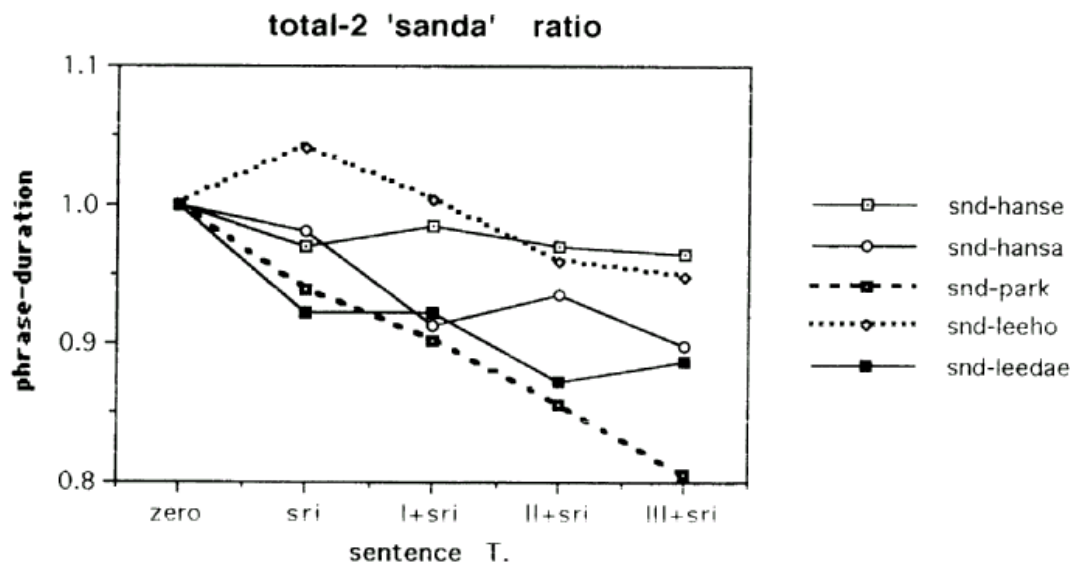
5) 이제 문중의 어절로 명칭 붙인 '사람이'로 가보자.<그래프 11,12>의 ratio를 참고하면 더욱 분명해지겠지만 여기서 파악될 수 있는 내용은 소위 어절이 차지하고 있는 문장 내에서의 '위치'와의 관련성이다. 사실 '사람이'와 같은 문중(medial)어절에 대해서 그 앞, 뒤로 어절 군을 증가시켜본 것은 문장 내에서 위치변동을 가능하게 만드는 메커니즘을 제공받을 수 있었기 때문이다.

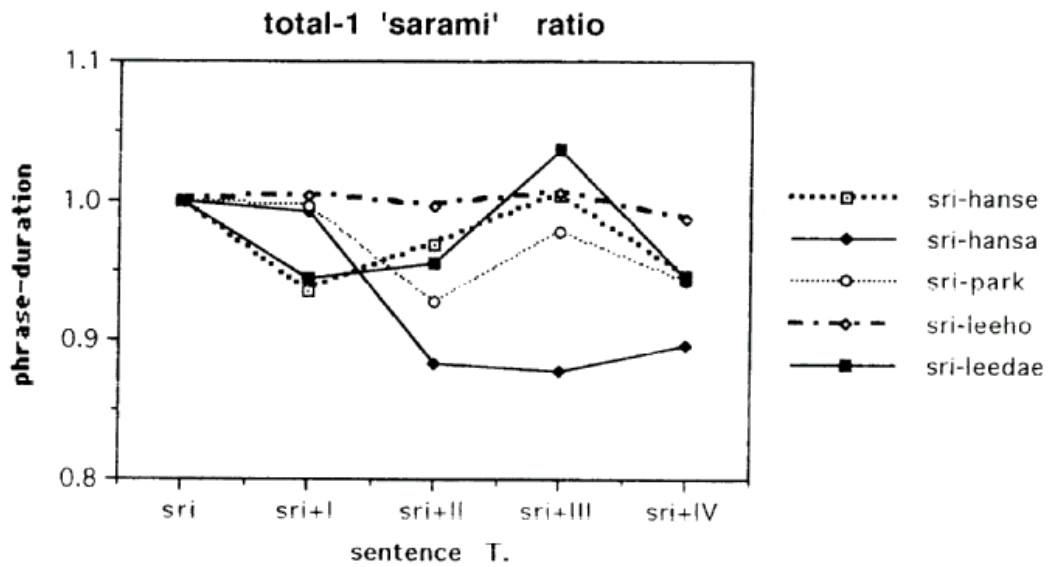
논의로 들어가자. 요점은 '사람이'의 위치가 문장의 앞쪽에 위치하는 경우와 위쪽에 위치하는 경우에 대해 양분적인 시각(dichotomy)이 필요하다는 것이다.
<그래프 5,6>과 <그래프 11,12>를 통해서 '사람이'는 문장의 앞쪽에 위치할 수록자기 목소리가 더 커진다는 사실을 파악할 수 있다. <그래프 6>과 <그래프 12>는'사람이'가 점차적으로 문장 뒤쪽으로 밀려나는 모습을 잡은 것인데(즉 사람이 앞쪽으로 선행어절의 증가) 뒤쪽으로 우회됨에 따라 일어나는 shortening의 양상을 잘 보여주고 있다. 특히 기준문장(산에는 사람이 산다)에서 그 다음 문장 I+ sri(산에는 아름다운 사람이 산다)로 넘어갈 때 어느 정도 다른 부분에 비해서 많은 shortening이 발생하고 있는 것 같다. 그 후의 안정된 모습은 역시 '리듬교체-subgrouping'의 결과로 보인다.

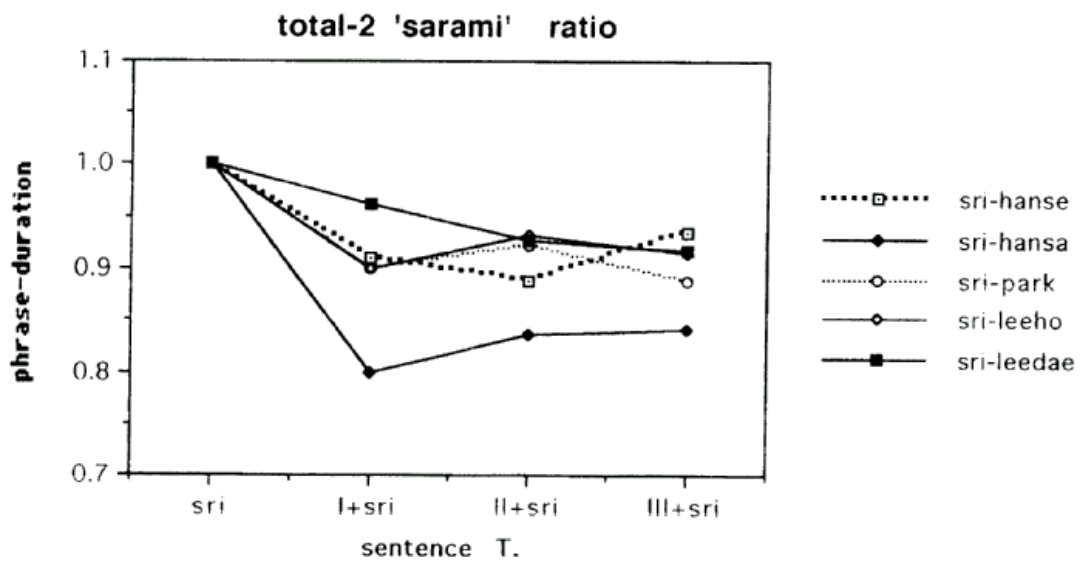
6) 우리말은 기능어(function word:조사)의 발달로 인해서 자유어순(free order)이 가능하며 이러한 사실은 하나의 문장에 대해서 그 어순을 어떤 식으로 조작해도 그 전체의 의미는 크게 상하지 안는다는 의미로 파악된다. 따라서, 감정적이며 때론 이성적인 역점의 부여는 문장에서 상대적으로 앞에 오는 어절에 실릴 수 있다는 가정도 세워봄직하다. 1)에서 5)까지를 통해 살펴본 모습들은 이와 같은 면을 어느 정도 부각시켜주며 스웨덴어가 보여준 Anticipatory compensation에 대해 우리말은 엄격하진 않지만 어느 정도의 Backward compensation의 양상을 보여준다고 파악된다.

7) 첨언이 될 수도 있으나 선진 여러 학자들이 살펴본 phrase-length effect에서 어말장음화(final lengthening)의 경향은 우리말에서도 뚜렷함을 <도표 1,3,5,7>을 통해서 확인할 수 있을 것이다. 도표에서 문두위치의 '산에는'에 대한 각 피실험자들의 평균값과 문미의 '산다'에 대한 평균값을 비교해 보면 알 수 있을 것이다. 물론 각 모음의 음가와 장단의 차이를 고려해야 하지만, 음절수차이와 initial lengthening까지 염두에 둔다면 어말장음화의 뚜렷한 경향을 지적해도 무리는 없으리라 생각한다.
이후의 논의에서 '말문이'가 앞, 뒤 어절에서의 음절증가를 통해서 입는 길이변화의 모습도 이러한 결과를 뒷받침하고 있다. 아래에 이상의 설명을 더 선명하게 하기 위해 각각의 비율 그래프를 제시한다(그래프 7 - 12).

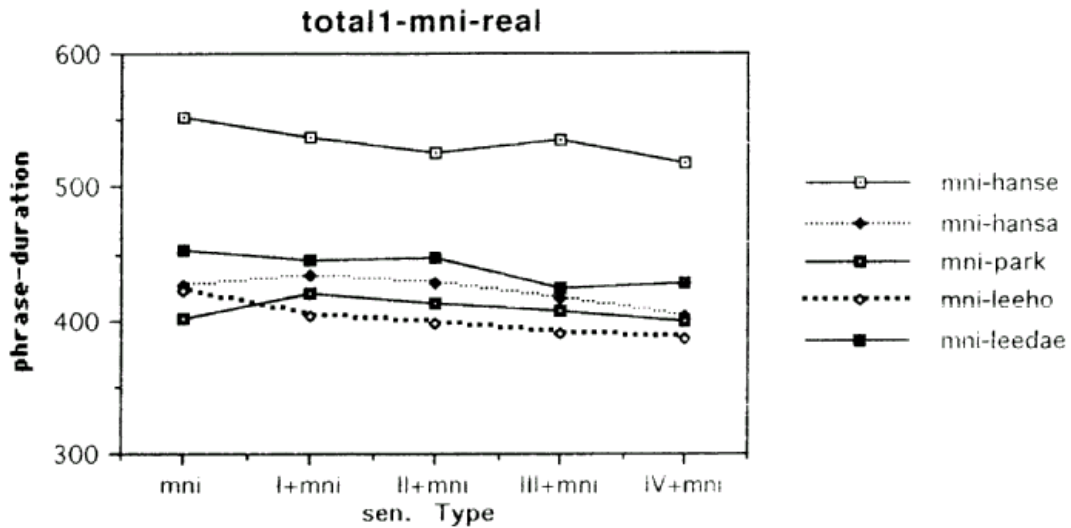
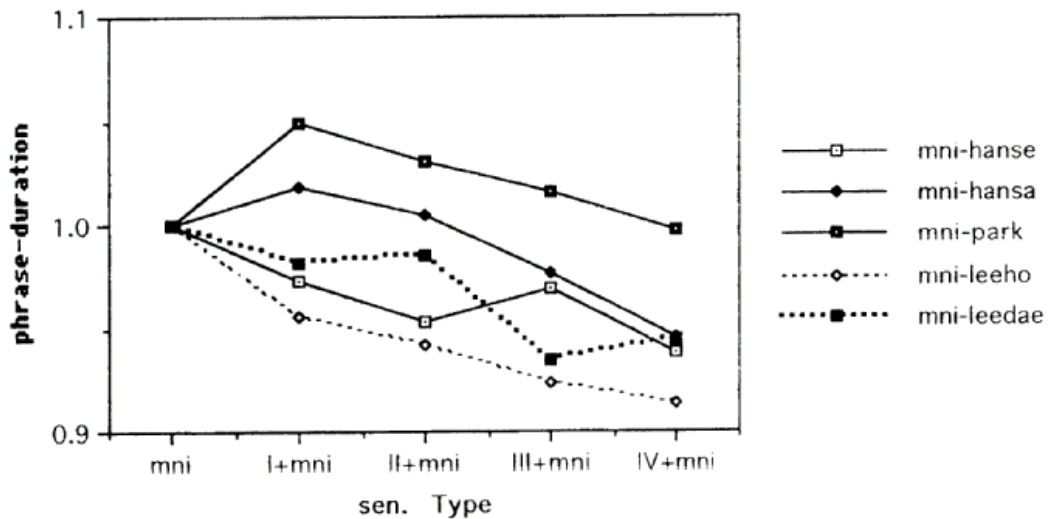
1) 후속어절의 증가로 인한 문두 어절(initial;산에는)의 길이 변화(A,B)

<그래프 7> A문장에서의 sen Duration ratio-Total

<그래프 8> B문장에서의 sen Duration ratio-Total

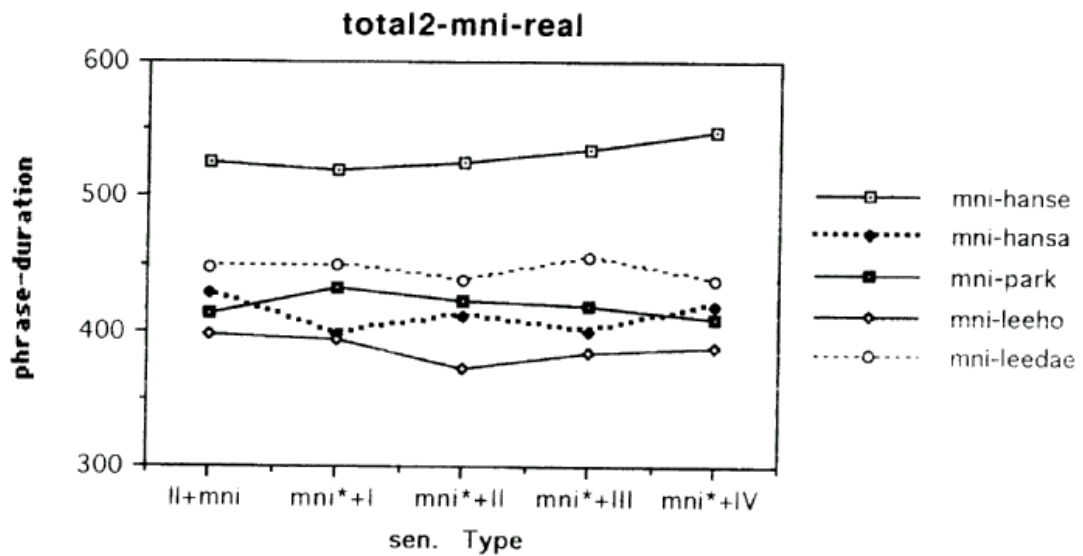
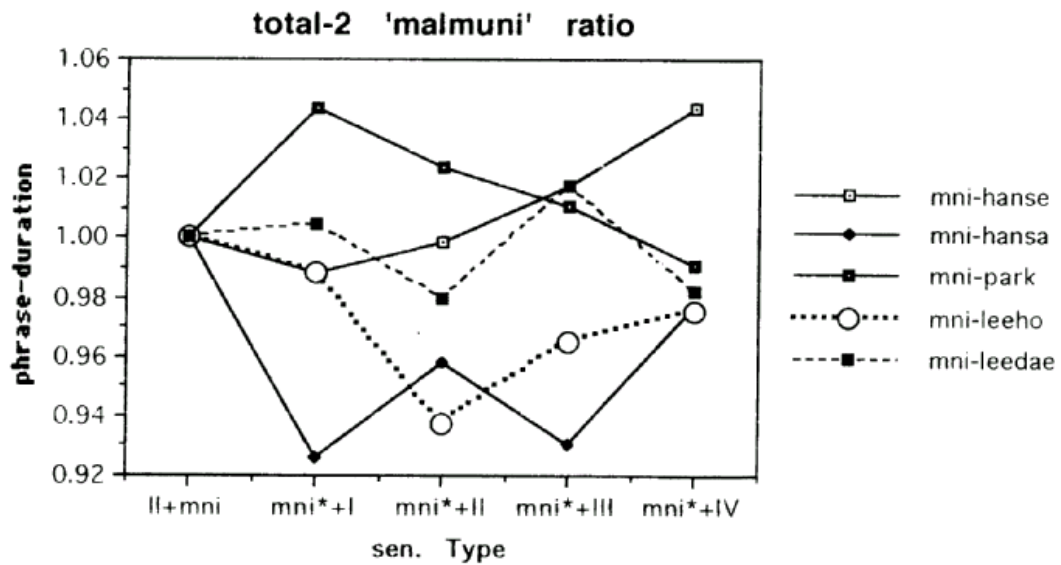
2) 선행어절의 증가로 인한 문미 어절(산다)의 길이변화(A,B)

<그래프 9> A문장에서의 snd Duration ratio-Total

<그래프 10> B문장에서의 snd Duration ratio-Total

3) 후속어절의 증가로 인한 문중 어절(사람이)의 길이의 변화

<그래프 11> A문장에서의 sri Duration ratio-Total

4) 선행어절의 증가로 인한 문중 어절(사람이)의 길이의 변화

<그래프 12> B문장에서의 sri R1ration ratio-Total

5) 선행어절에서의 음절증가로 인한 문중 어절(말문이)의 길이 변화

문장 내에서의 어절증가로 인한 문미, 문두, 문중 어절의 길이변화를 지금까지 살펴보았다. 큰 뼈대를 이루고 있는 대체적 경향은, 아래에서 살펴볼 앞, 뒤 어절에서의 음절수 증가로 인한 문중어절(medial: 말문이)의 길이변화에서도 살펴볼 수 있다. 먼저 그래프를 보기로 하자.

<그래프 13> 선행어절의 음절수 증가로 인한 mni Duration-Total

<그래프 14> 선행어절의 음절수 증가로 인한 mni Duration-ratio-Total

6) 후속어절에서의 음절증가로 인한 문중 어절(말문이)의 길이 변화

<그래프 15> 후속어절의 음절수 증가로 인한 mni Duration-Total

<그래프 16> 후속어절의 음절수 증가로 인한 mi Duration-ratio-Total

평균값 그래프 <13,15>를 통해서는 어떤 확연한 차이를 확인하기는 힘든 것 같다. 특기할 만한 내용은 앞 실험에서의 어절군 증가를 통해서는 그다지 확인되지 않던 개인적 특성이 여기서는 조금 보인다는 것이다. mni-hanse의 곡선은 선행어절에서의 음절증가든 후속어절에서의 음절증가든 유형을 불문하고 전반적으로 딴 피실험자에 비해 상대적으로 길게 발음하고 있으며 이에 반해 mni-leeho는 상대적으로 늘 짧게 발음하고 있다는 사실을 확인할 수 있다. 어절이 차지하고 있는 위치가, 문중의 변동이 적은 위치라는 특성 때문에 어느 정도의 개인차를 반영해 준다고 생각된다.

확연한 차이는 보이지 않지만 나름대로 후속어절에서의 음절증가의 영향보다는 선행어절에서의 음절증가의 영향을 더 받는다는 인상을 주고 있다. 이러한 내용은 비율 그래프 <14,16>에서 잘 드러난다

선행어절에서의 음절증가 즉 선행어절이 '말에-말본에-말본 책에-말본 책들에-말본 책들 중에' 순으로 늘어나는 경우의 비율그래프는(<그래프 14>) 피실험자들간 조금씩 다른 경향이 보이긴 하지만 어떤 공통성의 유지라는 점에서 인정해줄 만하다. 그러나 후속어절의 음절이 증가되는 경우의 <그래프 16>은 공통성을 찾기가 힘든다.

여기서 비율그래프는 하나의 경향을 알게 해주는 단서로 취급해야지 어떤 절대성확보를 위한 수단으로 바라봐서는 안될 것이다. 왜냐하면 평균값 <그래프 13,15>에서도 알 수 있는 것처럼 피실험자 상호간의 길이 차가 그다지 많이 나타나는 것도 아니고 평균값의 분포자체가 커다란 차이를 담고 있는 것도 아니기 때문이다. 단지 말할 수 있는 것은 이러한 내용의 실험을 통해서도 위의 어절군 증가 실험에서와 마찬가지로 어절의 위치가 상대적으로 문장의 앞부분에 위치할수록 그 자신의 영향력을 발휘하고 싶어 하며 또한 그 자체에 어떤 감성적인 또는 이성적인 강조의 내용을 담고 있어서 그 길이의 변화에 보수적이며 오히려 문장의 길이가 증가될수록 늘어나는 경향을 알 수 있다는 것이다.(mi- hanse, hansa, 1eeho, leedae 등의 그래프 곡선은 이러한 점을 반영한다.)

하나의 경향성 제시라고 할 수 있지만 어쨌든 우리말의 특징은 문장 내에서의 어절의 위치와 그 어절에 영향을 미치는 앞, 뒤 환경의 변화를 통한 길이변화의 관점에서 바라보면 Backward compensation의 경향이 Anticipatory compensation의 경향보다 좀 더 강한 것이 아닌가 생각된다.

3. 격조사의 생략이 운율변수에 미치는 영향에 관한 연구

3.1 머리말

한국어의 격조사에 관해서는 많은 연구가 있어왔다. 그러나 그 연구들간에는 공통된 지수를 찾기가 어려울 정도이다. 격조사는 의미와 역할이 그만큼 다양하며 그러므로 격조사 연구에는 다각적인 접근 방법이 있을 수 있고 또한 필요하다.
본고에서는 여러 연구방법 중 음향 음성학적인 연구방법을 사용하여 격조사의 생략에 따른 운율자질의 변화를 규명해 보고자 한다.

3.2 격조사에 대한 개관

한국어는 조사나 어미가 대단히 발달하여 다른 유형의 언어 같으면 부사나 기타 독립된 어귀로 나타나야 할 의미가 조사나 어미로 나타날 수가 있다.
조사를 독립된 단어로 볼 것인지의 문제는 인구어와 비교해 생각해 볼 수 있다. 즉 인구어의 격은 어형 변화에 의해 성립되지만 한국어의 조사는 어형 변화가 없이 어느 정도 독립성을 지니는 형태에 의해 표시되고 그 조사들이 한 가지 이상의 다양한 기능이나 의미를 표현하기 때문에 조사를 하나의 독립된 단위로 인정할 수 있다.
조사는 격조사와 보조사 두 가지로 분류가 가능하며, 조사의 기능은 문법적 관계를 표시하는 기능과 의미 요소를 첨가시키는 기능의 두 가지로 크게 나눌 수 있다. 조사의 분류는 학자에 따라 다양하지만 어느 분류에서나 격조사는 제외되지는 않는데 이는 격조사가 중요한 문법 범주이기 때문일 것이다.
격조사는 문장 안에 쓰이는 체언에 문법적인 자격을 부여하는 역할을 하며 보조사는 그 말 뜻을 첨가하는 역할을 한다. 보조사는 기능상의 특수성으로 말미암아 분포에도 특징이 있는데 체언뿐 아니라 격조사 그리고 부사와 연결어미 뒤에도 붙을 수 있다. 격조사도 부사나 연결어미 뒤에 쓰일 수 있으나 원칙적으로 체언에 붙는다. 즉 체언에 어떤 자격을 부여한다.
국어에서는 격을 표시하는 조사가 있기 때문에 주어나 목적어 같은 문장 성분의 어순이 비교적 자유롭다.

3.2.1 격조사의 연구 경향

격조사에 대한 연구 방법으로는 전통 문법적 방법, 구조 언어학적 방법, 그리고 생성 문법적 방법 등이 있다.
전통 문법적 연구에서는 격조사의 형태를 파악하고 분류하는 형태론적 연구가 중심이었고, 구조언어학적인 연구에서는 구조문법의 연구방법을 이용간 격조사의 상호 연결관계 및 변이 형태 연구와 생략현상에 대한 연구와 같은 문법적인 면을 주로 다루었다.

한편 생성 문법적 연구에서는 격조사의 상호 관계를 종합하고 재검토했다. 격조사 상호 관계에 관한 연구에는 특히 격조사의 의미에 큰 관심을 기울인 통사, 의미론적 연구가 있는데, Fillmore의 격문법 이론이 소개되면서 더욱 활기를 띠었다.
이외에도 격을 통사적인 차원에서 해결하려 한 극단적인 기능주의적 입장인 지배-결속이론, 격조사를 표면상 나타난 형태에 국한하여 분류한 표면적 분류, 전통문법이나 학교문법에서 행하여졌던 뒤따르는 용언의 의미 내용에 의한 분류 측면 ,격을 문법격으로 정의하는 경향, 격문법의 영향이 쇠퇴하면서 나타난 표면격에 따르는 경향 등으로 연구가 이어져 오고 있다.

3.2.2 격조사의 종류

격조사는 보통 주격조사, 목적격 조사, 부사격 조사, 관형격 조사, 호격 조사, 서술격 조사의 6가지로 나눈다.
주격조사는 체언에 주어의 자격을 부여하는 것으로 '-가(-이), -께서, -에서, -서' 등이 있고 주격 조사가 없이 체언만으로 주어가 되는 수가 있다.
목적격 조사는 선행하는 명사를 후행하는 타동사의 목적어로 만들어 주는 것으로' -를/을'이 있고, 생략되어도 어느 것이 목적어인지 분명할 때에는 생략되기도 하는데, 흔히 관용적인 회화체에서 나타난다. 또한 목적어의 수량을 나타내는 말이 또다시 목적어로 나타날 때는 그 목적격 조사 중 하나가 생략될 수 있다[1].
부사격 조사는 보격 조사이지만 다른 서술어와 함께 올 경우는 부사격 조사의 기능을 하며 '-(으)로, -와/과, -에(게), -에서, -로써, -(라)고' 등이 있고, 조사가 붙어 이루어진 말은 생략되어도 문장 성립에는 지장이 없으나 문장을 이루기 위해 필수적으로 요구되는 경우인 '나는 영철이를 동생으로 삼았다'나 '이것은 가짜인데 진짜와 똑같군요'같은 경우는 생략될 수 없다.
관형격 조사는 선행하는 체언을 후행하는 체언의 관형어로 만들어 주는 기능을 하며 '의'가 이에 해당된다. 생략 가능 조건은 확실치 않지만 체언에 조사 '의'가 붙어서 관형어가 된 것 따위에는 생략될 수 있는 것이 있다. 그러나 '우리의 나아갈 길'에서 '의'는 관형격 조사가 주어를 나타내는 경우로 생략될 수 없으며 '이순신 장군의 거북선'에서의 '의'처럼, 생략되면 뜻이 통하지 않은 경우는 생략될 수 없다.

---

1) 예 : 장미를 다섯 송이(를) 샀다. 학생을 셋(을) 데리고 왔다.

누군가를 부를 때 사용하는 호격 조사에는 '야'등이 있다. 높임의 뜻을 가진 '아버지, 할아버지, 아저씨'나 '님'이 붙는 말, 체언에 호격조사가 붙어서 독립어가 될 때 그 체언이 무정(無情)명사이면 호격 조사가 붙지 않는다. 그러나 체언에 호격 조사가 붙어서 독립어가 될 때 그 체언이 유정 명사일 때도 호격 조사의 생략이 가능하다.
서술격 조사는 지정사 또는 잡음씨로도 보는데 그 기능으로는 주어의 내용을 지정하고 서술하는 것으로 '언어는 사상 감정의 도구이다.'의 '이다'가 그 예이며 '저것은 돌다리다'처럼 '이'로 끝나는 명사 뒤에서는 자연스럽게 탈락한다.

3.2.3 격조사와 생략

지금까지 살펴본 6가지의 격조사들은 나름대로의 생략 환경들을 가지고 있다. 격조사는 국어의 주어-목적어-동사(SOV)라는 어순특질상 문장내 체언의 위치에 따라 생략가능 여부가 결정된다.
담화에서는 전달 내용인 정보를 알려진 것과 알려지지 않은 정보 및 예측할 수 있는 정보와 예측할 수 없는 정보로 나눌 수 있다. 담화의 정보와 관련된 또 하나의 개념은 화제(theme)로, 이 화제를 표시하는 통사적 표지는 국어에서는 보통 조사인 '는/은'을 취한다.
어순과 관련된 생략의 예를 보면, '나는 너를 사랑해'를 '나 너 사랑해' 같이 주격과 목적격 표지들의 생략되어도 국어의 어순에 의거하여 정확하게 이해될 수 있을 때에만 생략이 가능하다. 그러나 '나를 너는 사랑해'같은 문장은 격조사가 생략되면 의미를 제대로 파악할 수 없다.
그러나 조사는 생략되더라도 운율적 요소는 생략되지 않고 경계앞 음절에 나타나서 격조사의 역할을 보상할 것이라고 가정할 수 있다. 이 실험에서는 조사가 생략되는 경우에 관찰되는 운율 변수를 살펴보고자 한다.

3.3 억양에 대한 개관

3.3.1 억양의 기능

억양의 기능에는, 화자가 억양을 이용하여 문장에서 통사론적으로 서로 관련된 구성 성분들로 나눌 수 있다는 문법적 기능과, 화자의 태도를 전달하는 태도적 기능이 있다. 이밖에 억양의 기능에 담화적 기능을 첨가하기도 한다. 담화적 기능의 역할은 억양이 담화를 구조화하고 연관짓는 것으로 일반적으로 억양은 초점(focus)내에 있는 새 정보를 지칭하는데 사용된다.

3.3.2 억양 분석의 단위 및 그 방법

억양의 분석 대상으로는 문장전체에 걸리는 곡선의 모습을 중시하는 입장과 부분적인 단위에 나타나는 억양을 관찰하는 입장 등이 있다. 전자의 경우는 초점(focus)강세의 경우를 들 수 있으나 분석되지 않은 전체를 하나의 단위로 보아 작업한다는 것은 억양의 단위를 불필요하게 증가시키고 또한 억양의 부분적인 되풀이에 나타나는 유형을 포착하지 못하는 경우가 생길 수 있다.

단위억양의 비교 방법은 분석되지 않은 전체를 가지고 작업하는 것보다 효과적이며 단위억양의 비교에 의하여 중요성을 가지는 요소들을 추출할 수 있다.

단위억양을 비교하는 방법의 비교단위로는 말토막과 억양군을 들 수 있다. 앞뒤에 쉼이 있는 말의 단위를 발화라 하고 하나의 발화 내에는 하나 이상의 단락 즉 토막이 있는데 그것을 말토막[2)]이라 정의했다.

억양군(intonation group)은 몇 개의 고저가 이어져 하나의 높낮이 유형이 연결되어 나타나는 기능적 단위를 말하며 억양구(intonation phrase) 또는 호흡군(breath group)이라고도 불린다.

억양곡선을 분석 하는 데는 여러 가지 방법이 있다. 전통적인 억양 분석법에는 Pike나 Trager & Smith 등의 미국식 고저 계층론과 영국식 어휘 분류론이 있다. 미국식은 억양에 대한 원자론적(atomistic) 기술 방법을 택하여 일명 계층 분석(level approach)이라고도 불리고, 영국식은 억양 곡선에 문법 및 태도적 의미를 다 부여하고 전체 곡선을 분석 단위로 했기 때문에 어휘 분류론(lexical taxonomics)이라고도 불린다. 전체론적(global) 기술 방법을 사용한 학자에는 O'connor Arnold Crystal 등이 있는데 그들의 분석 방법은 tune analysis 라고 불린다.

3.3.3 억양과 휴지

휴지는 어떤 음조에 상향의 고저폭(pitch contour)이 걸리고 다음에 오는 고저의 높이가 낮아지는 경우에 필요하며, 휴지 없이 강세를 두는 것은 불가능하지는 않지만 자연스럽지 못한 발음이 된다. 휴지의 길이는 언어학적 기능을 갖고 있다. 실제로 방송 뉴스 낭독에서는 서로 다른 화제사이에 경계의 차이를 휴지의 길이로 표현하고 있다.

---

2) 이 현복(1982)은 말토막과 발화 그리고 음절의 관계를 다음과 같이 나타냈다. 발화 ---> 말토막1 (+ 말토막2 + 말토막3 + ... 말토막n)음절과의 관계로는 '말토막 ≥ 음절'로 표시.

경계와 휴지의 길이 사이의 상관관계는 구, 절, 문장, 단락 등 상위경계로 올라갈수록 휴지의 길이가 대체로 늘어난다고 가정할 수 있다. 이 경우 휴지의 길이는 다른 운율 요소와 함께 경계유형을 표시하며 문맥의 흐름을 나타내는 언어학적인 역할을 한다. 실험음성학적인 측면에서 경계를 구분 지을 때에는 운율정보를 이용해서 분절하여야 하며, 이때 가장 중요한 요소로는 휴지(pause), 고저(pitch), 경계앞 음절의 장음화(preboundary lengthening)라고 볼 수 있다.

그런데 휴지를 경계현상의 한 요인으로 보는 데는 이견도 있다. 즉 경계위치에 오는 묵음구간의 길이 변화를 논하면서 과거의 연구에서는 묵음구간을 가장 중요한 음향요소로 보았으나 묵음구간은 표준편차가 매우 커서 경계현상의 요소로 보기는 어렵다는 입장이다. 또한 발화내에서 경계[3)]가 오는 위치에 따라 길이 현상에 관한 연구에서는 경계를 나타내는 수단으로 휴지, 억양의 변화, 길이의 증가를 들고 있다.

3.3.4 운율 변수

운율변수(parameter)에는 지속시간(duration), 고저(pitch), 강세(intensity)의 3가지가 있다. 지속 시간은 발화 속에서 자모음 또는 음절이 지속되는 길이를 뜻한다. 합성음은 각 요소나 음절의 길이에 따라 음질이 결정되므로 지속 시간에 대한 처리가 대단히 중요하다. 지속 시간은 또한 발화 단위에서 음절이 오는 위치에 따라 달라지므로 각 위치에 따른 길이변화를 측정하여야 한다. 지속 시간의 측정단위는 msec를 사용한다.

고저는 인간에게 지각되는 음의 높낮이를 뜻하며 이것을 물리적으로 측정할 때는 기본 주파수(fundamental frequency)라는 용어를 사용한다. 기본 주파수와 고저는 어느 단계까지는 비례하지만 어느 단계를 지나면 상관관계가 약해진다. 왜냐하면 고저는 음조에 대한 심리적인 속성이고 인간의 생리 구조는 모든 기본 주파수 영역을 다 들을 수 있게 만들어지지 않았기 때문이다. 즉 고저는 음의 자극에 대한 주관적 반응으로서 청자에 의해 판단되고 반면에 기본 주파수는 물리적 도구에 의해 직관적으로 측정된다. 기본 주파수가 연속적으로 이어질 때 곡선이 생기는데 이것을 기본 주파수 곡선이라 하고 억양 연구에서는 이것을 억양곡선이라 한다. 기본 주파수의 측정 단위는 Hz가 사용된다.

강세는 음의 시끄러운 정도를 말하는데 성대 안의 성문이 열리는 정도와 성문을 통과하는 공기의 양과 속도에 따라 결정된다. 음성이나 소리를 객관적으로 측정할 때 사용하는 물리적 용어는 진폭(amplitude)이다.

---

3) 강한 경계일 때는 휴지, 억양변화, 길이증가가 다 나타나고. 약한 경계일 때는 억양변화, 길이증가의 두 요소가 나타나거나 억양변화만 나타난다.

그리고 강세는 심리적 용어로는 세기(loudness)라 하며, 진폭을 재는 단위로는 dB을 사용한다. 강세를 측정하는 방법에는 다음과 같은 세 가지가 있다.
첫째 정상 강세(peak intensity)의 측정: 악센트를 받는 음절에 나타나는 진폭 중에서 진폭의 값이 가장 높이 나타나는 지점을 재는 것이다.
둘째 전체 강세(total intensity)의 측정: 악센트 받는 음절에 나타나는 진폭의 총계로 전체의 에너지를 재는 것이다.
셋째 평균 강세(average intensity)의 측정 : 전체 강세를 악센트 받은 음절의 길이로 나누는 방법이다. 이상과 같은 측정 방법 중 인접 음절간의 상대적으로 시끄러운 정도를 잴 때에는 일반적으로 두 번째의 전체 강세 법을 사용한다.
이제 억양과 관련하여 세 가지 운율변수를 하나씩 살펴보겠다.

1) 길이
임홍빈(1993:58-90)은 길이를 단독적인 개념으로서가 아니라 강세, 고저와 관련된 복합적인 개념으로 다루고 있다. 길이 및 높낮이와 강세의 관계를 논한 내용은 대략 다음과 같다. 어떤 음절에 강세가 놓이면 그 음절은 길어지는 경향이 있고, 높낮이와 관련되는 두 음조의 높이는 차이가 클수록 폭이 커진다. 높낮이의 방향이 바뀌지 않은 한 높낮이에 따르는 길이 증가는 높낮이 폭의 길이에 반영된다.
지민제(1993:39-57)는 길이를 음운론적인 것과 음성학적인 것으로 나누고 이 둘은 그 언어 고유의 리듬(rhythm)을 이룬다고 하였다. 음운론적인 것에는 모음의 길이가 낱말의 뜻을 구별하는 것을 말하며 음운론적 길이는 장단(quantity)으로 표시된다고 하였다. 음성학적인 요소로는 앞뒤 소리, 초점, 말의 속도, 소리의 위치 등이 있으며 물리적으로 나타나는 음성학적 길이를 지속시간(duration)이라고 하였다. 말소리 길이를 결정하는 요인은 조음 기관의 조음 시간이고 실제 말소리의 길이는 앞뒤의 소리, 발화의 길이, accent, 위치, 속도, 리듬 등의 영향을 받아 나타난다고 하였다.
말소리의 길이는 망연히 발화 속도에 따라 변하지만 흔히 생각하듯이 일률적으로 변하지는 않는다. 지민제(1993)에 의하면 ‘새 국어 생활'의 전체 길이를 느린 속도, 보통속도, 빠른 속도로 나누어 실험했을 때 느린 속도는 보통속도에 비해53%의 증가를 보인 반면 빠른 속도는 보통 속도에 비하여 37%의 감소를 가져왔다. 이 실험결과에 따르면 경계 앞에서는 일반적으로 변화율이 적고, 자음보다 모음의 변화가 높으며, 빠른 속도에서는 소리의 약화현상이 나타난다.

2) 강세

강세는 초점 강세, 어절말 강세, 단어 강세를 통해 억양에 영향을 준다. 국어의 강세는 어휘적 강세와 억양적 강세로 나눌 수가 있는데 억양적 강세는 높낮이와 관련된 것으로 앞에 말한 초점 강세, 어절말 강세, 단어 강세가 전부 여기에 해당되는 것으로 결국 국어 강세의 성격을 규정짓고 있다고 볼 수 있다.

국어의 강세가 어휘적 강세가 아닌 억양적 강세임을 말하는 다음과 같은 논의도 설득력이 있을 수 있다. 국어의 경우, 억양의 측면에서 어떤 음절에 강세가 놓일 때 그 음절은 높은 음조로 발음되는 경향이 있고, 낮은 음조가 을 때는 어느 정도의 길이를 가지는 경향이 있다.

3) 고저

고저(pitch)는 인지되는 음의 높이를 말하는데 여기에는 high pitch와 low pitch가 있다. F_0는 음향적 용어로서 기본주파수를 뜻한다.

F_0를 분석하는 방법은 보통 top line, base line, 그리고 이 두 가지를 절충한 방식 등 세 가지로 나눌 수 있다. top line방식은 가장 높은 고저높이들을 연결하여 선을 그리는 것으로 F_0 하강현상의 기준점을 최고점으로 잡아 계산한다. 최고점들을 연결하기 때문에 base line 방식에 비해 하향 경사각이 비교적 급하며 Cooper & Sorensen 등이 채택하였다. base line 방식은 가장 낮은 pitch값들을 연결한 것으로 F_0 하강현상의 기준 점을 최저점으로 계산한다. Maeda, Cohen Co1lier 't Hart등이 채택하였다. 절충식은 O'Shanghnessy, Breckenridge & Lieberman이 채택하였다.

pitch 분석모델에는 Phrase Mode1, Generation Model, 핵 모델, 계단 모델, 사다리 모델 등이 있다. 이 중 사다리 모델이 가장 일반적인 유형으로 perception model의 대표적인 것으로 간주되고 있는데 이는 가능한 한 중요한 부분만 직선으로 표시한 것이다.

3.4 실험 음성학적 논의

지금까지 살며본 조사의 역할을 보다 객관적으로 살펴보기 위해서는 실험음성학적인 연구가 필요하고, 여기서는 몇 가지 한국어 문장을 통해서 조사의 생략이 전체 문장, 특히 조사의 생략 현상이 일어나는 부분에 어떠한 영향을 끼치는지를 중심으로 살펴보겠다.
실험음성학적인 관점에서 조사의 역할을 논의하기 위해서는 우선 조사에 대한 언어학적인 연구가 선행되고, 이 논의를 바탕으로 실험에 필요한 여러가지 요소들을 고려하여 실험자료를 만들어야 하고, 또 실험 결과에 대한 해석은 통계적인 절차를 이용한 객관적인 방법을 사용하여야 한다. 본 연구는 그동안 국어학계에서 '실사/허사'의 이분법적인 논의를 통해 단지 문법적인 기능만을 수행한다고 생각되었던 조사의 기능에 대해 다시 한번 살펴보는 기회가 될 것으로 생각한다.

3.4.1 실험 목적
실제 언어생활에서 언어는 음성 즉, 말소리를 통해 실현되고 또 말소리를 통해 의사소통의 역할을 수행한다. 따라서 문자를 통해 전달되는 언어도 음성으로 전달되어 전달된다고까지 말할 수 있으며, 이 때 조사가 음성으로 전달될 때의 모습을 살펴본다면, 조사가 한국어에서 담당하고 있는 기능들을 보다 깊이 있게 이해할 수 있을 것이다.
조사가 실현되는 구체적인 모습을 관찰하기 위해 우선 이 논문에서는 조사의 생략이 문장의 운율구조에 어떠한 영향을 끼치는가를 중심으로 살펴보겠다. 이 연구는 조사의 유무에 따라 우리말의 운율구조가 어떻게 변화하는지에 관심을 두었기 때문에 음운론적인 관점에서 본다면 자립분절 음운론(autosegmental phonology)과도 밀접한 관계가 있을 것이며, 이와 관련된 보다 깊이 있는 논의는 다음 기회로 미루고자 한다.

3.4.2 실험 방법
조사의 실현 유무에 따른 운율변수를 살펴보기 위해 먼저 실험자료를 선정하고, 이 자료들을 녹음, 분석하였으며, 분석 결과는 실험음성학적인 논의에서 사용하는 여러가지 음향적인 변수들 사이의 관계를 통계적으로 살펴보았다. 분석결과와 자료는 부록 편에 제시하였다.

3.4.2.1 실험 자료
조사에 대한 실험음성학적인 연구를 수행하기 위해서는 조사가 실현되는 문장구조를 먼저 살펴보아야 한다. 우리말에서 조사가 실현되기도 하고 생략되기도 하는 문장은, 다음과 같이 크게 두 가지로 나눌 수 있다.

먼저 조사의 생략으로 인하여, 각기 다른 문장 성분을 이루던 두 성분이 하나의 문장성분으로 바뀌는 것으로, 예를 보면 다음과 같다.

지금 비가 내린다 : 지금 비내린다
철수는 머리가 좋다 : 철수는 머리좋다
오늘은 공기가 맑다 : 오늘은 공기맑다

이처럼 조사의 생략이 하나의 동사구를 만들어 내기 때문에 이 자료들을 실험음성학적으로 녹음, 분석했을 때 조사의 생략이 운율구조에 미치는 영향을 제대로 파악하기는 어려울 것이다.
이에 비해, 다음 예문을 살펴보자.

우리 동네는 살기 좋은 마을이 될 것이다.
우리 동네는 살기 좋은 마을 될 것이다.

이 문장은 조사가 생략되었음에도 불구하고 원래의 문장성분 위치를 그대로 유지하고 있으며, 따라서 조사라는 분절음이 생략되었다는 표지가 운율적으로 나타날 것으로 예측할 수 있다. 본 연구에서는 이와 같은 구조를 지닌 문장을 대상으로 삼아 실험음성학적으로 측정하기 쉬운 환경을 지닌 문장을 분석대상으로 정하였다.

실험에 사용된 문장들은 다음과 같다.

철수가 사라진 다음날, 엄마가 메모를 보았다.
철수 사라진 다음날, 엄마가 메모 보았다.

주요 문제를 돕는 보조 문제를 많이 사용해라.
주요 문제 돕는 보조 문제 많이 사용해라.

우리가 민수를 골려주려고 민수 스케이트를 들고 나왔다.
우리가 민수 골려주려고 민수 스케이트 들고 나왔다.

3.4.2.2 녹음

위에 제시한 실험 자료만으로 카드를 만들 경우 너무 적은 수였기 때문에, 이 문장들과 분석에 직접 사용되지 않은 문장들을 한 카드에 한 문장씩 적어 무작위로 뒤섞어 모두 7부를 만들어 사용하였다. 자연스런 발화를 유도하기 위해 피실험자에게 여러번 연습을 시켰고, 조사가 생략된 문장은 조사가 생략되지 않은 형태의 문장이 지닌 의미를 전달할 수 있도록 미리 주의를 주었다. 녹음은 모두 7번하였으며, 최종 분석에서는 총7회의 녹음중에서 가장 적절한 5회의 결과를 사용하였다.

피실험자는 서울출신의 20대 남자들을 택했다.

녹음은 서울대 언어학과의 음성실험실에서 SHURE SM48-LC 마이크를 이용하여 미국 KAY ELEMETRICS사의 음성분석기기인 CSL 4300B에 16KB로 sampling하여 직접 녹음하였으며, 음성 자료의 입력(capture)환경인 CSL 4300B의 환경설정(configuration) 파일은 부록 편에 제시하였다.

3.4.3 분석

3.4.3.1 음향분석

실험자료의 음향분석에서는 길이(duration), 기본주파수(fundamental frequency: Fo), 세기(energy) 등을 측정하였다. 전체적인 분석 작업이 CSL을 이용하여 이루어져 있기 때문에 입력받은 음성 자료의 분절(segmentation) 작업도 역시 CSL을 이용하였다. 음향분석에 필요한 위 세 가지 변수들을 측정하기 위하여 CSL의 작업환경을 설정하고, 반복적인 분석을 수행하기 위해 필요한 명령어들은 macro command로 한데 묶어 사용하였다.

분절(segmentation) 작업은 가장 기본적이고 중요한 자료인 음파(sound wave)를 중심으로 실시하였으며, 이에 덧붙여 spectrogram과 기본주파수 곡선으로 실현되는 pitch contour, 그리고 세기에 해당하는 energy contour가 하나의 화면에 나타나도록 하였고, 여기서 주로 사용한 macro command의 내용은 부록에 제시하였다.

각 분절음의 시작과 끝을 결정하는 분절작업은 각 분절음의 경계가 되는 사인파(sine wave)가 시작되는 점(zero crossing)을 기준으로 실시하였다.

그러나 pitch contour를 살펴보기 위해 측정한 기본주파수는 기존의 연구에서 사용한 방법과는 약간 다르다. 지금까지는 대체로 각 분절음에서 기본주파수를 측정할 수 있는 환경에 해당하는 유성음 분절음에서 안정구간이라고 생각되는 지점, 즉 해당 분절음의 처음부터 약 2/3 정도가 되는 지점을 측정하여 비교하였으나, 이 연구에서는 경계 위치를 기준으로 하여 해당 분절음이 끝나는 지점, 다시 말하면 경계가 놓이는 위치를 기준으로 측정하였다. 또한 측정위치도 조사가 실현되는 문장에서는 조사 다음에 문장의 구성성분 경계가 놓이기 때문에 조사를, 조사가 실현되지 않은 문장의 경우에는 문장 구성성분 경계가 놓이는 바로 앞 음절, 즉 조사가 생략된 체언의 마지막 음절을 측정 대상으로 하였다.

이것은 기본주파수의 변화를 보다 자세하게 파악하기 위하여 사용한 방법이다. 이처럼 경계 앞 음절의 기본주파수를 측정할 때 구체적으로 어느 곳을 측정할 것인가 하는 문제가 제기되는데, 이 연구에서는 문장의 구성성분이 바뀌고, 따라서 각 분절음이 연속되어야하기 때문에 발생하는 기본주파수의 국부적인 변이(marginal fluctuation) 부분을 제외한 부분을 경계로부터 30msec간격으로 측정하였다. 즉, 경계 앞에 오는 음절(boundary syllable)에서는 30msec간격으로 세 지점을 측정하였으며, 경계 뒤에 오는 음절(post-boundary syllable)에서는 역시 30msec간격으로 두 지점을 측정하였고, 조사가 나타나는 문장에서는 비교를 위하여 기존의 연구에서 사용한 안정구간의 2/3지점을 측정하여 사용하였다. 자세한 결과는 부록의 측정값 결과를 참조하기 바란다.
세기의 측정은 기존의 연구에서와 마찬가지로 각 음절의 안정구간에서 한 지점을 측정하였다.

3.4.3.2 통계분석

실험 결과의 분석에서는 앞에서 음향적인 분석을 통해 얻은 자료들 중에 평균적인 수치에서 매우 벗어나거나 발음상의 문제가 있는 것으로 생각되는 결과값 2회를 제외하고 전체 녹음 중에서 5회분을 사용하였다.
통계분석은 Macintosh 통계분석 프로그램인 Statview를 사용하여 실시하였다.

3.4.4 실험결과

실험결과는 조사 유무 현상에 따라 각 문장들이 보이는 전체적인 경향 분석과 해석, 그리고 각 피실험자별로 살펴보는 개인별 경향 분석으로 나눌 수 있다.
자세한 결과가 뒤의 부록에 제시되어 있기 때문에 여기서는 음향요소로 실현되는 전체적인 경향을 일부 피실험자를 중심으로 살펴보겠다.

3.4.4.1 전체적인 경향

조사의 생략에 따라 음향적으로 실현되는 변수들 사이의 관계를 먼저 살펴보면, 이번 연구 결과를 토대로 할 때, 길이(duration)가 가장 일관된 요소라고 볼 수 있다. 보다 자세한 결과는 다음 각 실험자료별로 제시하겠지만, 조사와 결합하여 하나의 문장성분을 구성하는 체언의 길이는 조사가 생략될 경우 상당한 정도로 증가하는 것을 볼 수 있다.
예를 들어 '철수-가 사라진' 부분과 '철수 사라진' 부분을 중심으로 살펴본다면, '철수-가'에서 '철수'의 길이가 조사 없이 실현된 '철수'보다 매우 짧게 나타난다.

(HANSH의 경우 평균 355.478 msec : 474.626 msec, 표준편차 27.588 msec :50.447 msec).
이와 같은 결과는 세 피실험자 모두에게 공통된 현상으로 나타났다.
이것은 앞에서 제시한 우리말의 리듬 현상에 관한 연구나 그밖에 다른 연구에서도 마찬가지로 나타났으며, 이는 우리말의 음운현상에서 길이라는 음향요소가 가장 큰 역할을 한다는 사실과도 일치하는 결과라고 생각한다. 물론 여기서도 각각의 발화단위에 해당하는 '철수-가'와 '철수'의 분절음 구성에서 앞의 단위는 3개의 분절음으로 되어있고, 뒤의 단위는 2개의 분절음으로 이루어져 있기 때문에 이 결과는 본 연구보고서에서 우리말의 리듬현상을 다룬 부분을 참조하여 이해하여야 한다. 즉, 3개의 분절음으로 구성된 구와 2개의 분절음으로 구성된 구에서 각 분절음이 지니게 되는 기본적인 길이차이를 고려하여야 한다.
기본주파수로 실현되는 pitch나 세기와 달리, 길이는 통계적으로도 일관된 결과를 보인다. 그러므로 정도의 차이는 어느 정도 존재하지만, 개인차에 관계없이 일관된 결과를 보인 길이 요소가 조사가 생략된 경우에 나타나는 가장 큰 운율적인 변화라고 할 수 있다.
이에 비해 이 연구에서 주로 살펴보려 하였던 기본주파수의 변화, 즉 pitch contour의 모습은 피실험자에 따라 달리 나타났기 때문에 이 음향요소에 대한 연구는 앞으로 계속 이루어져야 하고 보다 광범위한 연구가 수반되어야 할 것이다. 이 실험결과에 나타난 pitch contour의 변화는 본 연구의 피실험자수가 너무 적기 때문에 제한적인 의미를 갖게 되겠지만, 문장의 구성성분이 달라지는 부분에서 나타나는, 즉 하나의 발화 단위인 호흡군(breath group)사이에서 나타나는 현상과, 이 현상이 나타나는 다른 모든 환경은 동일하고 단지 그 구성성분의 하나인 조사가 생략된 경우에 나타나는 현상 사이에 어떠한 차이가 나타나는 지에 대해 어느 정도는 설명을 해준다고 할 수 있다.
어느 한 문장을 발화할 때, 문장 전체의 길이가 길 경우에는 대개의 경우 하나의 문장이 몇 개의 의미 단위에 해당하는 말토막이나 억양군으로 세분화(subgrouping)되고, 이 단위들이 이어지는 경계위치에서는 continuation rising현상이 나타난다. 이번 실험에서도 실험자료가 어느 정도의 길이를 지닌 문장이기 때문에 이러한 현상이 관찰되었다. Fo와 관련된 또 다른 현상으로는 Fo resetting을 들 수 있다. 발화가 이어질 때 각 발화 단위가 새로 시작될 때마다 continuation rise에 이어 어두위치(initial position)에서 실현되는 Fo resetting은 본 연구결과에 게시된 도표를 통해 보다 자세히 살며볼 수 있을 것이다. 조사의 생략이 운율구조에 미치는 영향에 대한 구체적인 분석은 각 실험 자료마다 제시된 pitch contour를 참조하길 바란다.
길이는 조사가 생략되면 통계적으로도 유의미한 수준의 관계를 보이지만, 세기는 통계적으로 유의미한 정도는 아니며, 조사가 생략된 체언의 마지막 음절이 다소 강하게 발음되는 것으로 나타났다.
이것은 조사가 생략될 경우 pitch contour가 다소 강한 변화를 겪는 것과 비슷한 결과이다. 따라서 조사가 생략될 경우 해당 분절음이 지니는 길이가 앞의 체언부분에 어느 정도 보상적 장음화(compensation lengthening)로 실현되고, pitch contour와 세기는 화자에 따라 조금씩 다른 경향을 보였다. 이것은 각 화자마다 조사가 생략된 문장을 전달하는 communication strategy 가 조금씩 다른 결과로 생각된다.

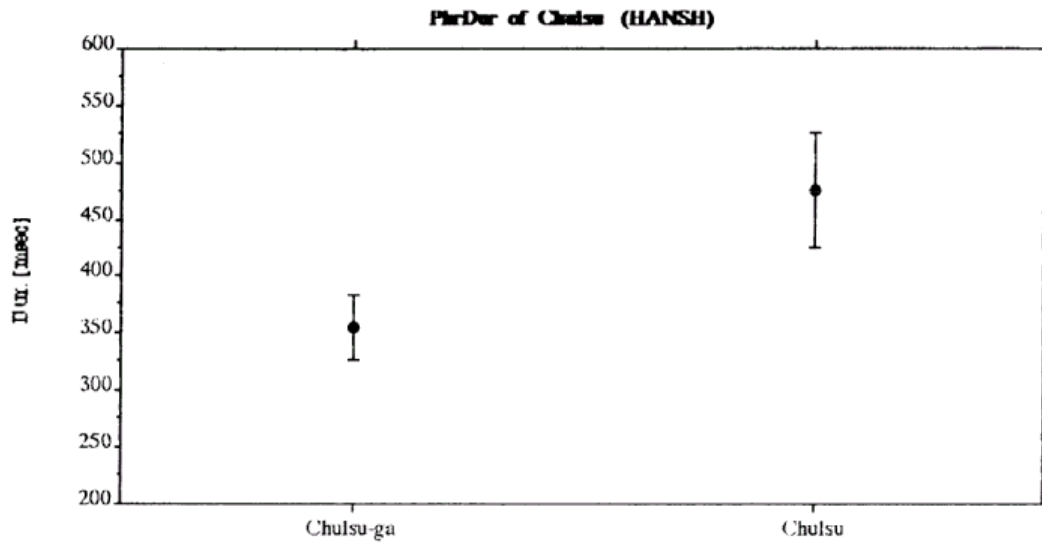
3.4.4.2 실험자료별 분석

본 연구에서는 음성적인 환경을 주로 고려하였기 때문에 문법적인 측면을 고려한 연구와는 많은 차이가 있고, 또한 분석에서도 주어와 목적어 위치에 오는 조사의 일부에 한정하였다. 도표로 제시한 자료는 이번 실험결과의 일부에 해당하고 보다 자세한 결과는 부록을 참조하기 바란다.

1) '철수-가 사라진' / '철수 사라진'

의 실험자료는 조사의 생략에도 불구하고 하나의 완전한 문장구조를 이루려는 화자의 의지가 반영되는 구조에 해당한다. 먼저 길이요소에 대해 살펴보면, 주어부가 차지하는 분절음의 수는 2개가되지만 길이에 있어서는 상당한 정도로 길게 실현된다. '철수'의 길이를 구체적으로 살펴보면, 다음과 같다.

위치	철수-가	철수
평균길이(msec)	355.478	474.626
표준편차(msec)	27.588	50.447

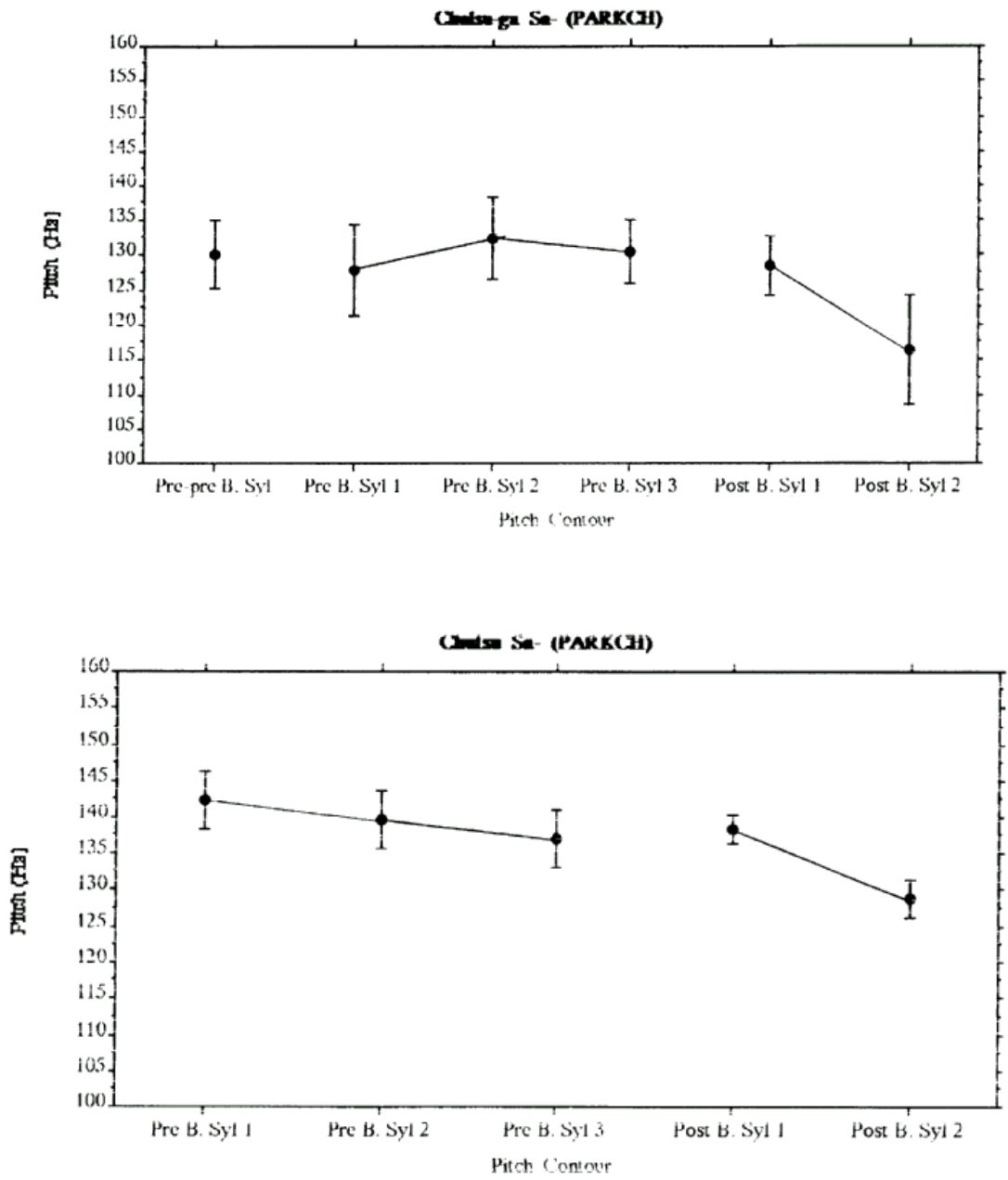
<표 1> '철수'의 길이

<그림 1> 조사의 유무에 따른 '철수'의 길이 비교

조사의 유무에 따른 기본주파수의 변화는 pitch contour로 나타낼 수 있으며, 경계가 오는 위치를 전후로 각기 세 지점과 두 지점을 측정하여 다음 그림과 같이 나타낸다. pitch contour를 표로 나타내면 다음과 같다.

조사유무		수	가				사	
유	평균(Hz)	130.2	128	132.6	130.6		128.4	116.4
	표준편차	5.02	6.52	5.86	4.72		4.16	8.02

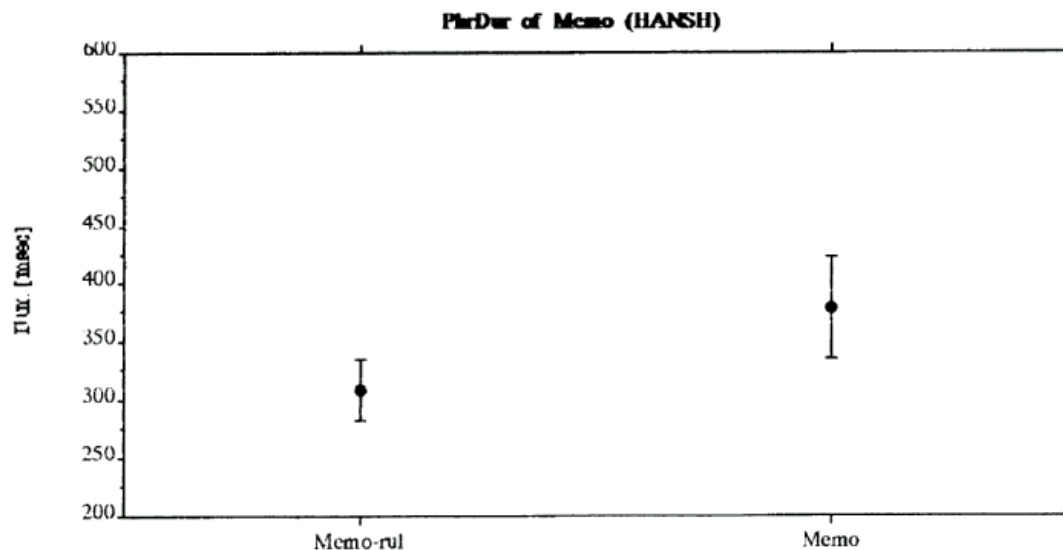
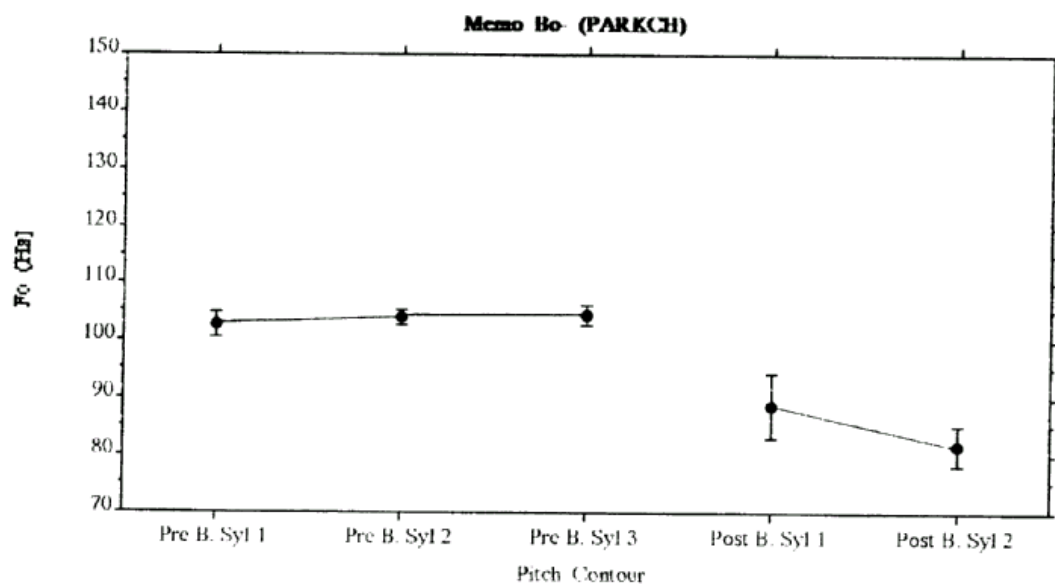
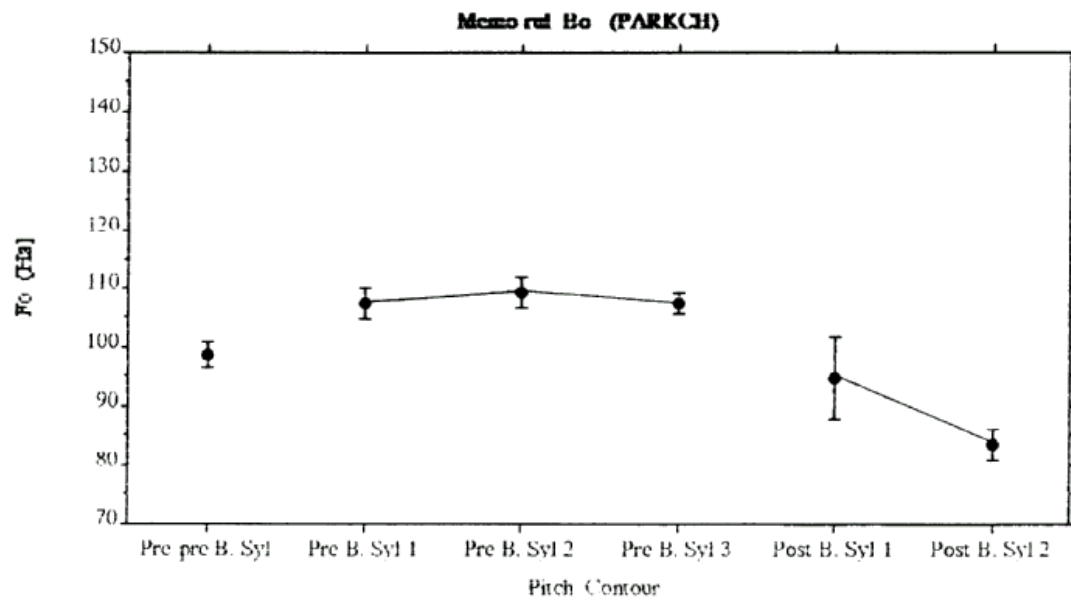
조사유무		수				사	
무	평균(Hz)	142	139.6	137		138.4	129
	표준편차	3.85	3.78	4.06		1.95	2.74

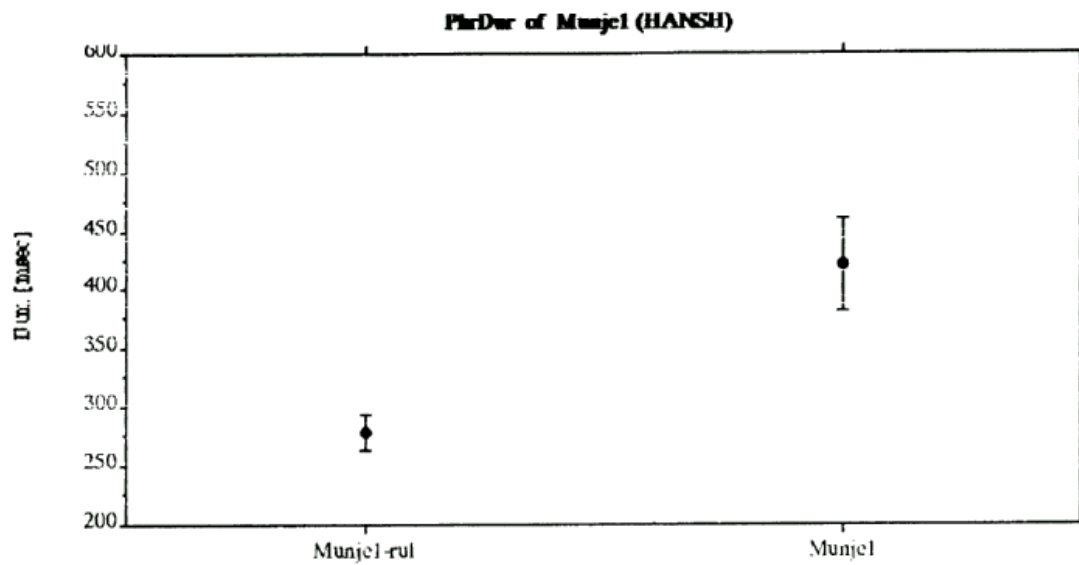
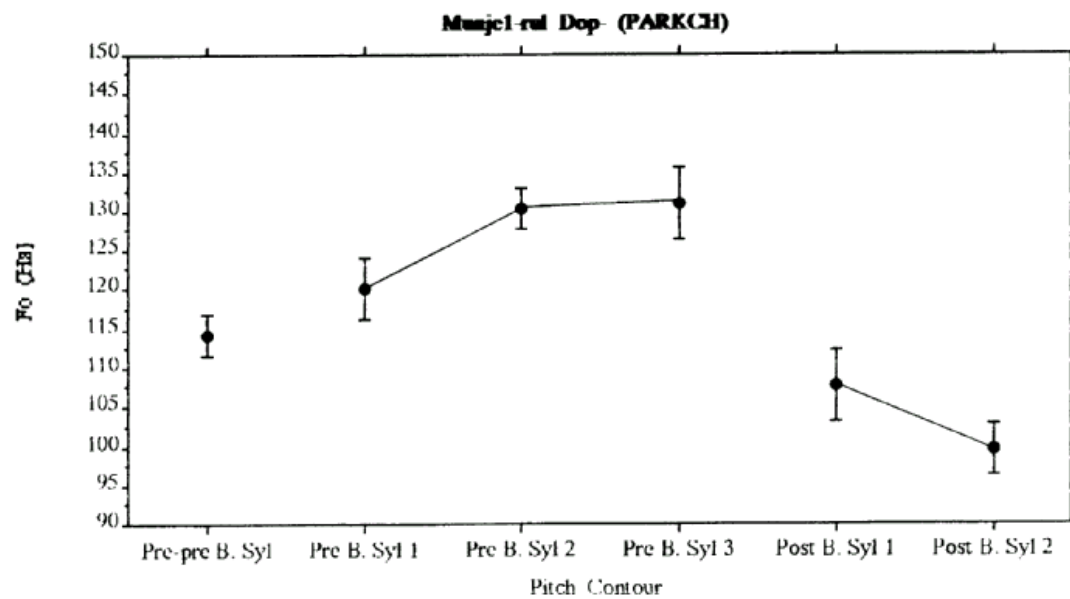
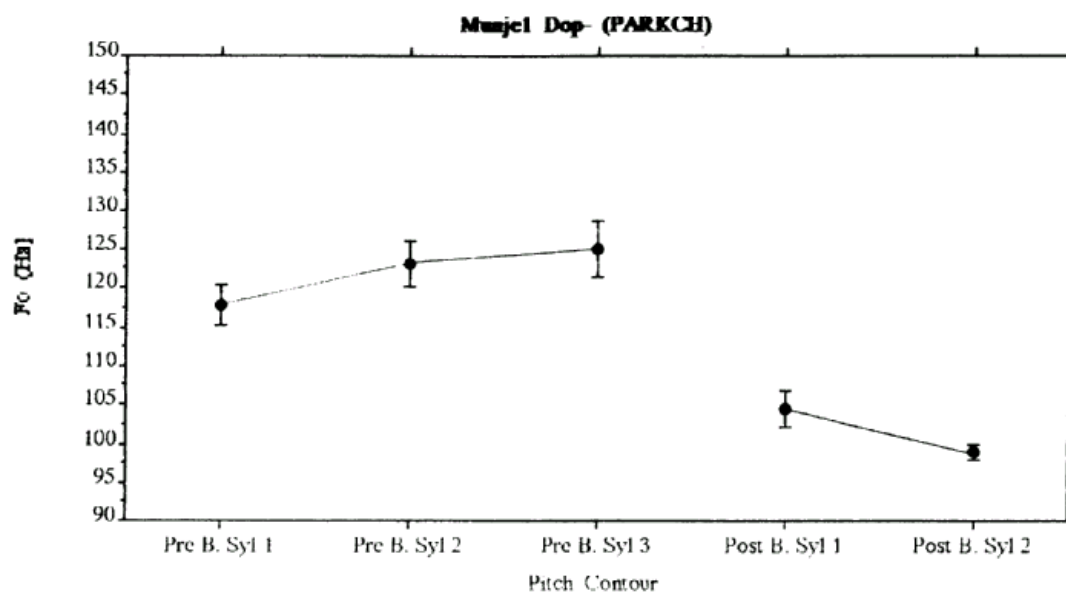
<표 2,3> '철수(가) 사라진'

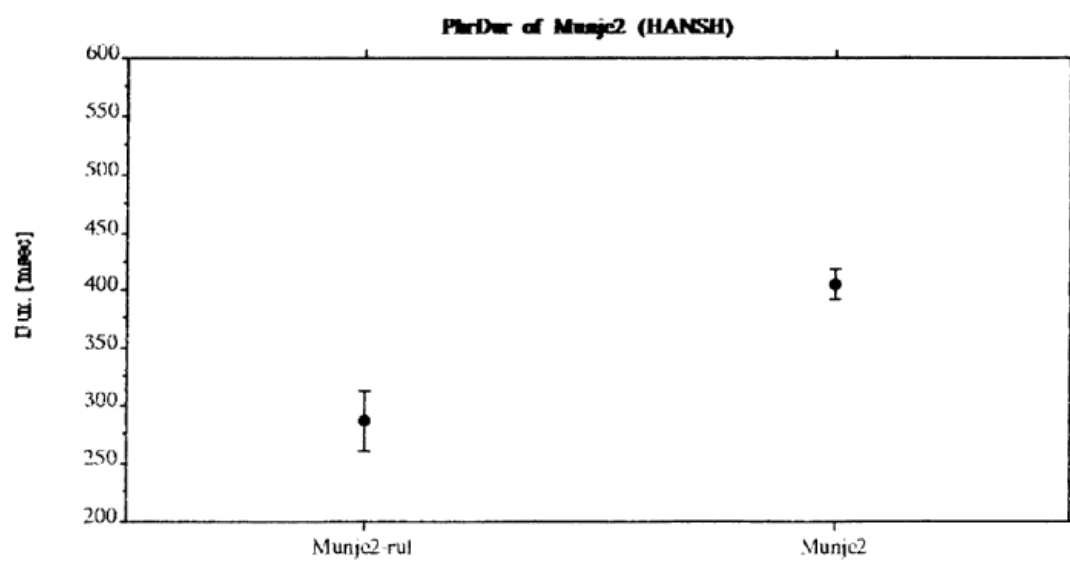
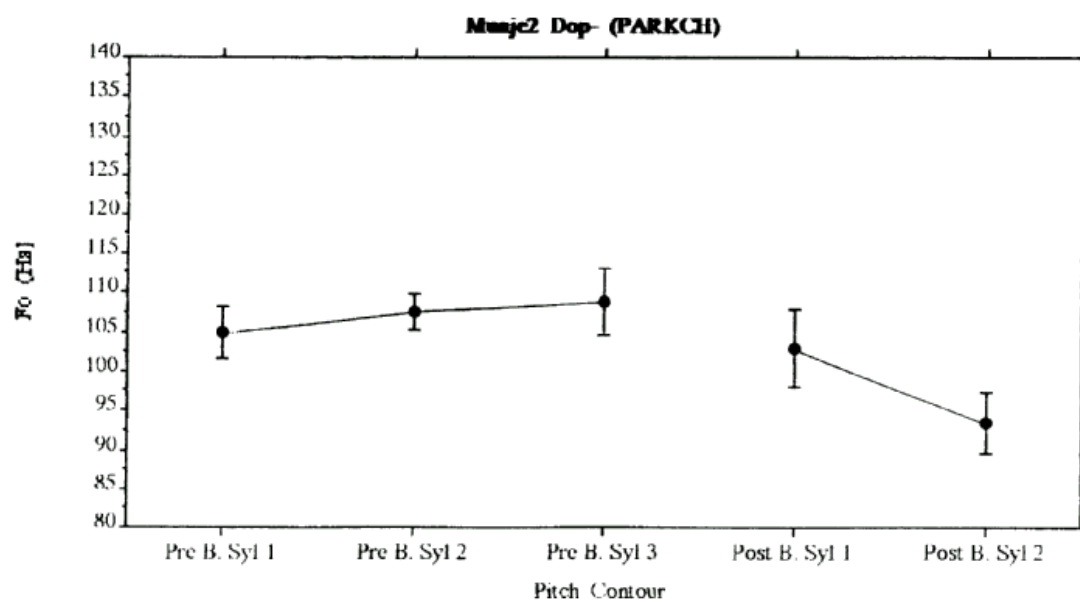
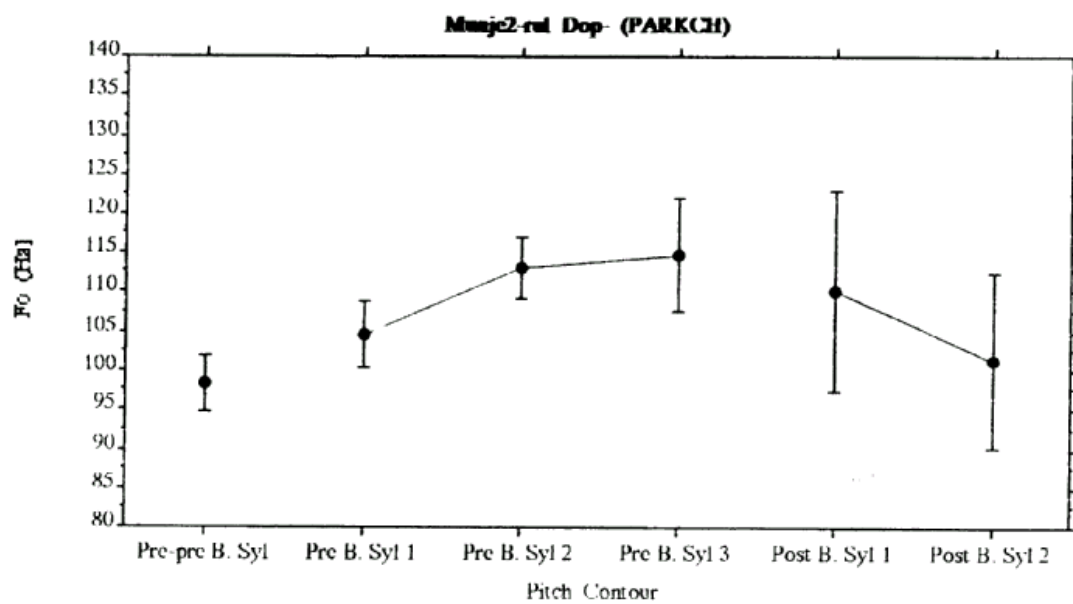
pitch contour의 모습을 보다 쉽게 이해하기 위해서는 다음 그림을 살펴보자.

<그림 2,3> 조사의 유무에 따른 pitch contour 변화

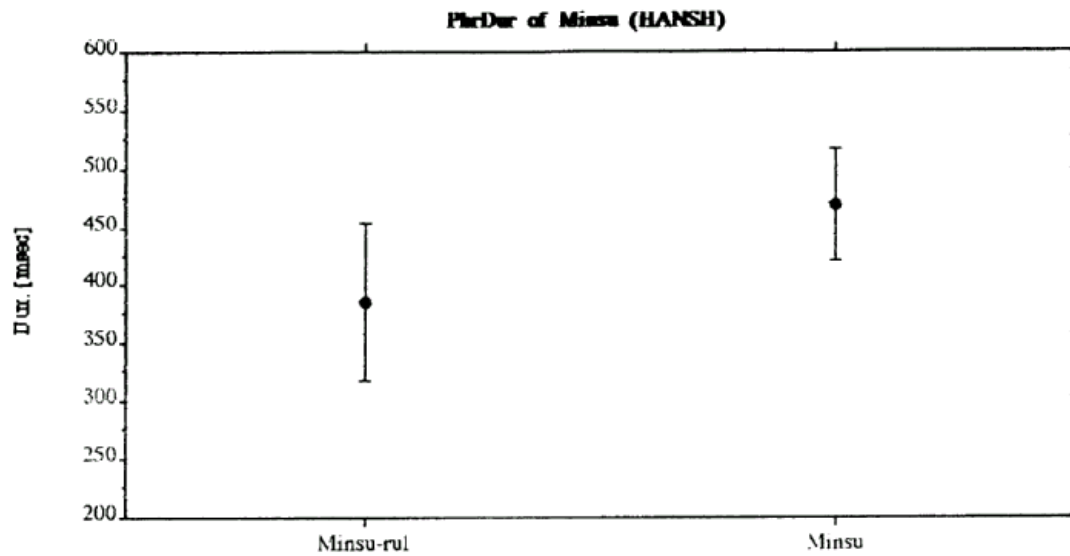
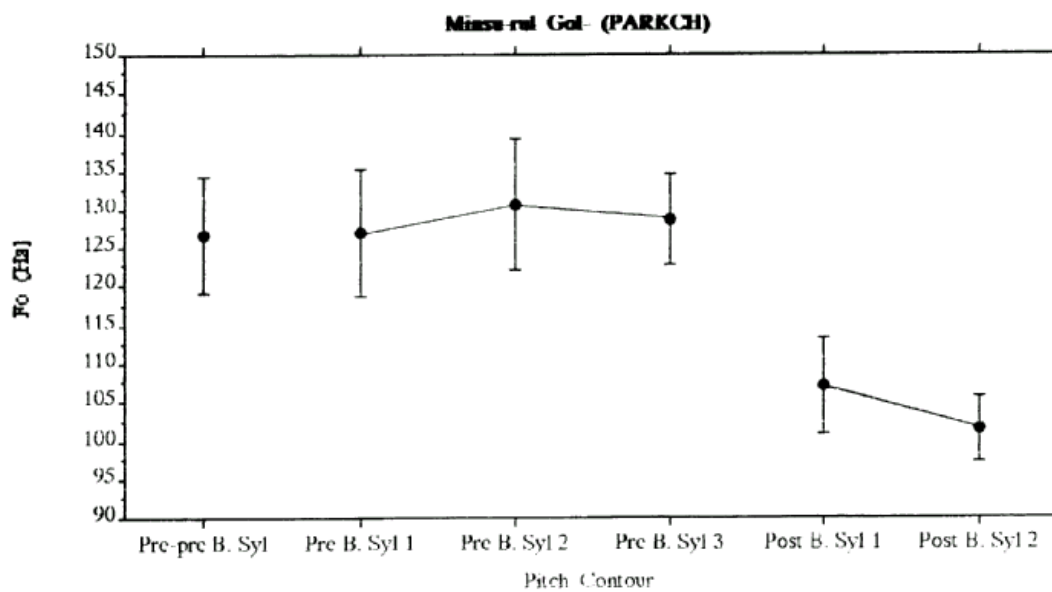
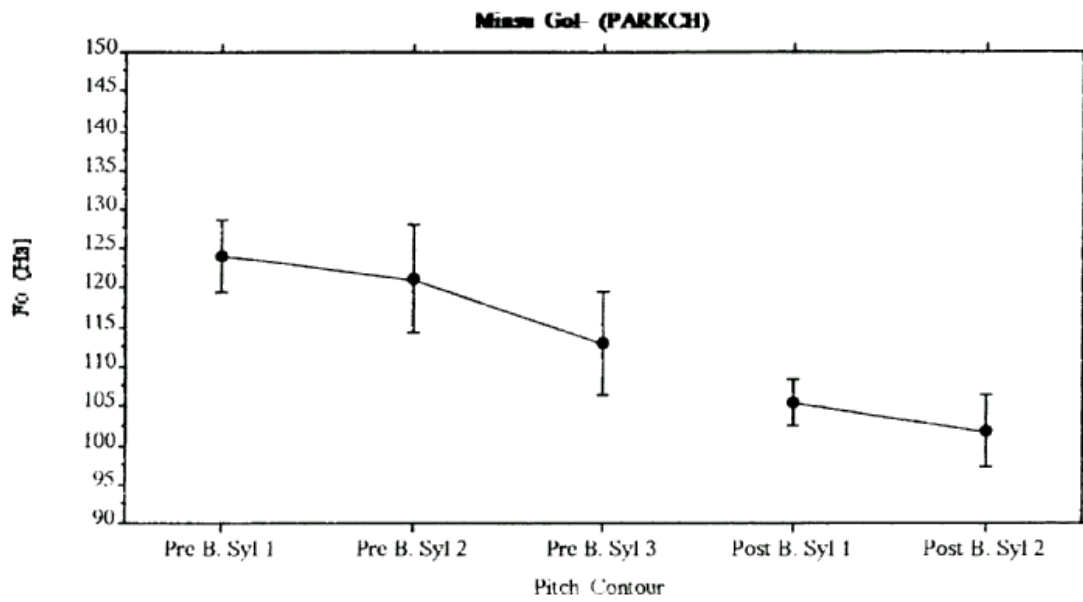
세기(energy)는 조사가 나타났던 위치에서 약간 강하게 나타났지만, 통계적으로 유의미한 차이를 보이지 않았기 때문에, pitch contour 곡선의 경우와는 달리 그림의 형태로 제시하지 않고, 부록에만 제시하였다.

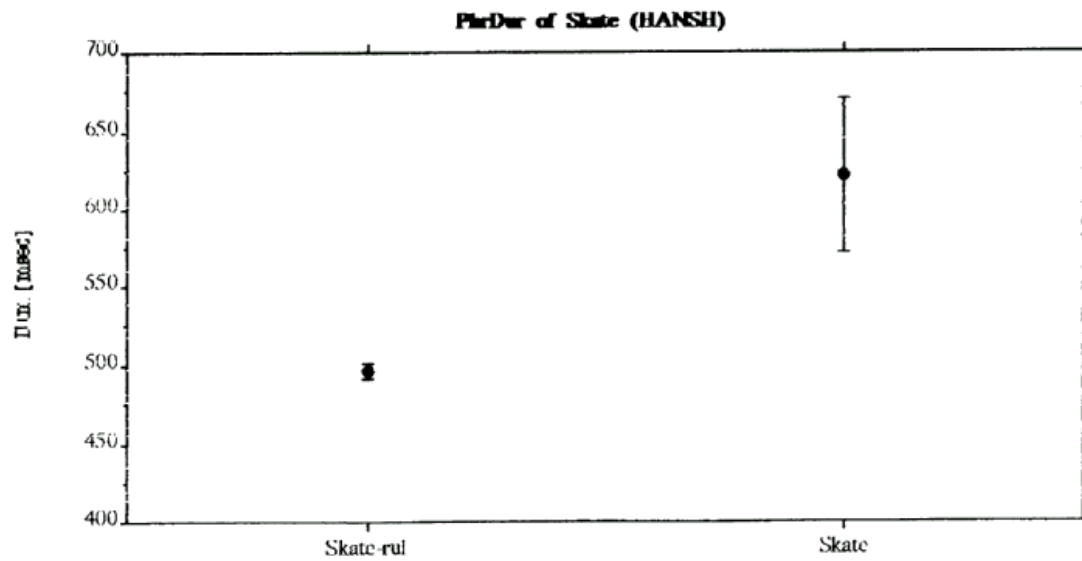
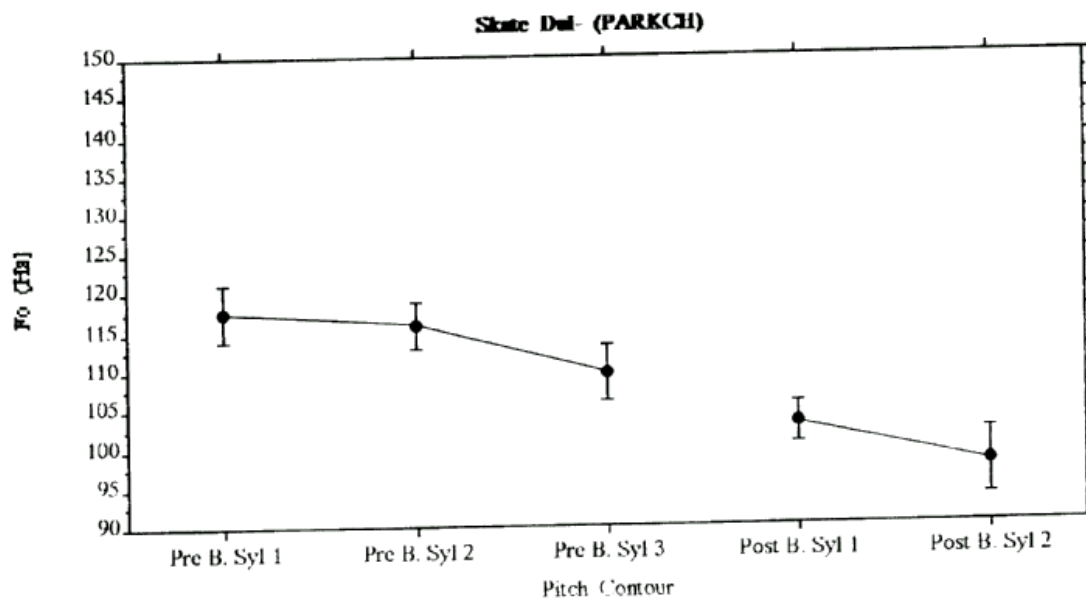
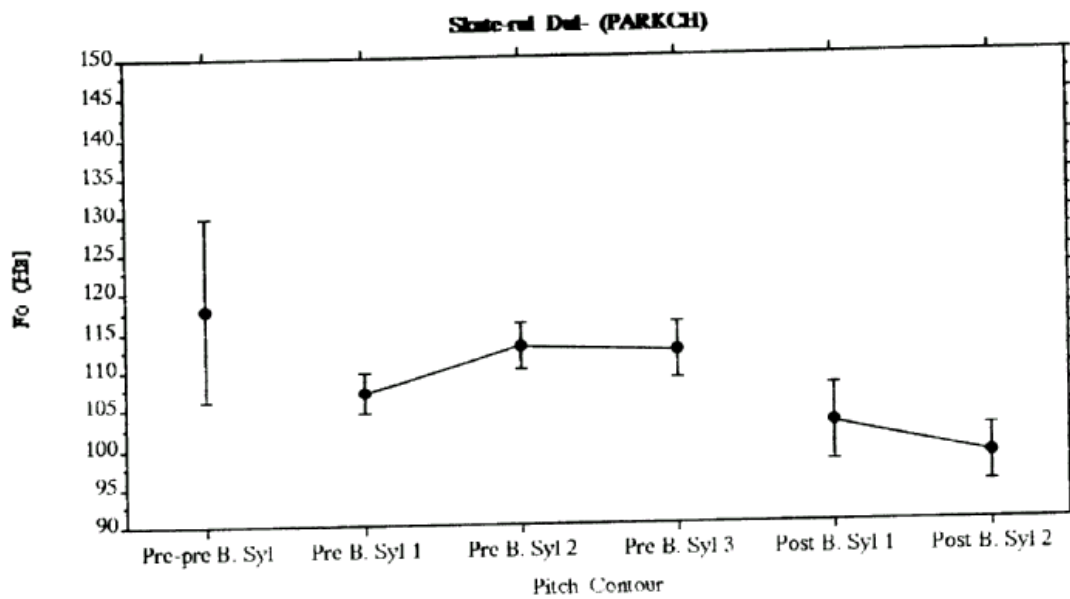
2) '메모-를 보았다' / '메모 보았다'

이 실험 자료에서는 목적격 조사의 생략에 따른 변화를 관찰할 수 있다. 먼저 길이변화는 다른 실험 자료에서와 마찬가지로 가장 큰 차이를 보이는 요소로 생각되고, pitch contour의 변화도 역시 다른 실험 자료와 마찬가지로 화자마다 그리고 실험 자료마다 약간씩 차이를 보였다. 세기는 그림의 형태로 제시하지 않았다. 이 실험 자료가 문장의 중간에 나타나는 관계로 pitch contour에서 기본주파수의 절대 값은 문장의 처음에 나올 때보다는 약간 낮게 실현됨을 알 수 있다.

<그림 4> 조사의 유무에 따른 길이 비교

<그림 5,6> 조사의 유무에 따른 pitch contour 변화

3) '주요 문제-를 돕는' / '주요 문제 돕는'

<그림 7> 조사의 유무에 따른 길이 비교

<그림 8> 조사의 유무에 따른 pitch contour 변화

<그림 9> 조사의 유무에 따른 pitch contour 변화

4) '보조 문제-를 많이' / '보조 문제 많이'

<그림 10> 조사의 유무에 따른 길이 비교

<그림 11,12> 조사의 유무에 따른 pitch contour 변화

5) '민수-를 골려주려고' / '민수 골려주려고'

<그림 13> 조사의 유무에 따른 길이 비교

<그림 14> 조사의 유무에 따른 pitch contour 변화

<그림 15> 조사의 유무에 따른 pitch contour 변화

6) '스케이트-를 들고' / '스케이트 들고'

<그림 16> 조사의 유무에 따른 길이 비교

<그림 17,18> 조사의 유무에 따른 pitch contour 변화

3.4.5 결론

조사의 생략이 운율구조에 끼치는 영향을 살펴본 본 실험 결과에 따르면, 조사가 단순히 문법적인 기능만을 나타낸다기 보다는 문장을 구성하고 있는 각 구성성분들을 연결시켜주고, 각 구성성분들 사이의 관계를 명확하게 결정해주는 매우 중요한 역할을 한다고 할 수 있다. 즉 문장 전체의 의미를 결정할 때 매우 생산적인 역할을 수행하고, 따라서 조사가 생략될 경우에는 조사가 차지하던 기능부담이 다른 문장요소에 의해 실현되어야만 자연스런 발화가 될 수 있다. 이 연구에서는 이점을 염두에 두고 조사의 생략과 생략된 분절음이 차지하던 위치를 운율요소가 떠맡게 되고, 그에 따른 결과로 여러 음향요소들에 변화가 나타남을 보이려 하였다.

앞에서 지적하였듯이 우리말에서 나타나는 여러 운율요소들 중에 길이가 가장 큰 역할을 하고, pitch contour와 세기 변화는 화자에 따라 또는 실험문장에 따라 약간씩 달리 나타났다. 따라서 우리말에서 조사의 생략이 운율구조에 끼치는 영향을 보다 정확히 파악하기 위해서는 개인차와 문장사이의 변이를 고려한 보다 확장된 수준의 연구가 이어져야한다고 생각한다.

4. 맺음말

1장에서 우리는 스펙트로그램 자료를 변이음 단위로 분절하는 기법과 주요 변이음들의 음향적 특성들을 논의하고, 각 변이음을 국제음성학회(International Phonetic Association)의 원칙에 따라 어떻게 표기할 것인가를 논의하였다. 이 연구를 통해 한국어 음성 데이터베이스 구축 작업에 기여할 수 있을 것이며 아울러 이 작업을 수행할 전문 인력의 양성에도 기여하길 기대한다.

2장에서는 크게는 두 가지 세부적으로는 네 가지의 실험을 통해서, 우리말이 가지고 있는 리듬의 특성 중, 문장 내에서의 끊어 읽기와 띄어쓰기의 단위가 되는 어절의 문장 내에서의 위치와 그 환경적 측면에서의 변화를 통해서 변화되는 길이의 양상을 언어리듬의 시간구조와 관련하여 살펴보았다.

첫 번째 실험에서는, 앞뒤로 선행 혹은 후속하는 어절군을 증가시켜 보았을 때의 문두, 문미, 문중의 어절이 어떠한 길이변화를 겪나 하는 것이었는데 결과를 통해서 우리말이 보여주고 있는 특징은 문장의 앞부분에 위치한 어절일수록 그 길이의 변화에는 보수적이며 문장의 뒤쪽에 위치할수록 변화의 폭이 커진다는 것이다. 즉 뒤따르는 어절의 숫자가 증가됨에 따라 입는 영향보다 선행어절의 숫자가 증가됨에 따라 받는 영향이 더 큰 Backward compensation의 경향을 보여준다고 할 수 있다. 또한 문미어절의 경우 여러 외국어에서 밝혀진 것과 마찬가지의 어말장음화 현상을 확연히 보여주고 있다.

두 번째 실험에서는 문중의 어절을 고정시키고 그 앞, 뒤로 위치하는 어절 내에서의 음절수를 증가시켜서 문중의 어절길이가 어떻게 영향 받나 하는 실험이었는데 이 실험을 통해서도 위에서 밝힌 것과 같은 어느 정도의 Backward compensation의 경향을 볼 수 있었다. 즉 선행 어절의 음절이 증가되었을 때 문중어절 '사람이'가 겪는 변화의 양상(shortening)이 후속어절의 음절이 증가되었을 때의 변화비율보다 더 컸다.

3장에서는 우리말에서 그동안 기능어로 논의되었던 조사의 역할에 대해 크게 두 가지 측면을 연구를 수행하였다. 우선 언어학적인 논의로서 조사의 역할에 대해 살펴보고, 둘째로 조사의 생략이 문장의 운율구조에 끼치는 영향을 실험음성학적인 관점에서 관찰하였다. 우리말에서 조사가 생략되어도 문장 전체의 구조가 크게 변화하지 않는 문장을 대상으로 살펴본 본 연구에 따르면, 조사가 생략되는 경우 조사가 담당하던 기능의 일부가 분절음 차원이 아닌 운율적인 층위의 다른 요소들에 의해 보상되어 실현되는 것으로 나타났다. 즉, 조사가 생략된 경우, 조사 없이 단독으로 발음된 체언부의 길이가 상당한 정도로 변화했으며, pitch contour의 경우는 화자에 따라 다른 경향을 보였고, 세기는 조사가 나타났던 위치에서 약간 강하게 나타나는 것으로 조사되었다.

따라서 조사의 생략이 운율구조에 미치는 영향에 대한 보다 심화된 논의를 위해서는 계속적인 연구가 수행되어야 한다고 생각된다.

<참 고 문 헌>

고도홍(1988), "A Spectrographical Investigation of Vowel Duration in Korean", 정산 유목상박사 회갑기념논문총, pp.51-62.
구희산(1993). “음성 합성의 운율 처리를 위한 악센트 연구", 음성 음운 형태론연구. 한국 문화사 pp.21-34.
김기호(1993). "연속 음성 인식에 있어서의 음운론의 역할을 재고함“, 음성 음운형태론 연구. 한국 문화사 pp.49-64.
김영송(1981), 우리말 소리의 연구. 고친판. 서울: 과학사.
김영송(1987), "우리말의 갈이소리". 한글 196. 한글학회.
김영송(1991), "한국어 마찰음 연구". 우리말 연구 제 1집. 우리말 연구회.
김재민(1977), "자음 지속시간과 조음운동", 언어 2-2, pp.17-23.
김차균(1982), "국어의 약음소들에 나타나는 음운론적 과정들의 연구". 인문과학연구소논문집 제 1X 권 제 2호. 충남대학교.
김차균(1985), “구조속에서의 활음의 기능". 언어연구 제2호. 한국현대언어학회.
김자균(1986), "국어의 음소체제와 변이음의 기술". 언어연구 제 3호. 한국현대언어학회.
남기심 고영근(1993), 표준 국어 문법론. 탑 출판사.
문수미(1989), "현대 국어의 사잇소리에 관한 음성학적 고찰“, 서울대학교 언어학과 석사학위 논문.
박주현(1985), “영어의 리듬과 운율이론", 서울대 언어학과 박사학위 논문.
박진희(1990), "한국어 낱말 리듬의 실험음성학적 연구“, 서울대학교 언어학과 석사학위 논문.
성철재(1991), "표준한국어 악센트의 실험음성학적 연구", 서울대학교 언어학과 석사학위 논문.
양동휘(1978), "Consonant Influence on Duration of Vowels in Korean", 언어3 -1, pp. 33 -60.
유동석(1990), "조사 생략", 국어 연구 어디까지 왔나. 서울 대학고 대학원 국어연구회편 pp.233-240.
윤일승(1992), 한국어 일본어 및 영어의 말토막 비교 연구. 서울 대학교 대학원 석사 학위 논문.
이영근(1987), 한국어 억양의 형태와 기능에 관한 연구. 서울 대학교 대학원 석사학위 논문.
이영길(1990), "억양과 화맥 의존성", 신익성 교수 정년 퇴임 기념 논문집. 한불 문화 출판 pp.433-456.

이현복(1968), "kɔtr^{a}dy", Journal of the International Phonetic Association: 129, pp.13-16.
이현복(1974), "국어의 말토막과 자음의 음가". 한글 제 154호. 한글학회.
이현복(1974), "서울말의 리듬과 억양", 어학연구 10-2. 서울대 어학연구소,
이현복(1980), "인공 구개도에 의한 우리말의 음성학적 연구와 언어 장애자 치료". 한글 제 170호. 한글학회.
이현복(1982a), "속도와 리듬에 따른 말소리의 변동", 어학연구 18-1, 서울대
이현복(1982b), "한국어 리듬의 음성학적 연구". 말소리 4호, 대한음성학회,
이현복(1985), "Visi-Pitch에 의한 운율자질의 분석고찰--한국어, 영어, 프랑스어의 리듬을 중심으로--", 말소리 9-10, 대한음성학회,
이현복(1987), "Korean Prosody: Speech Rhythm and Intonation", Korea Journal 27-2, Korean National Commission for Unesco,
이현복(1989), 한국어의 표준발음. 서울: 교육과학사.
이호영(1992), "한국어의 변이음 규칙과 변이음의 결정요인들". 말소리 21-24호. 대한음성학회.
이호영(1993), "한국어 자음 변이음들의 조음적 특성". 어문교육 제 2집. 부산수산대학교 어학연구소.
이호영, 지민제, 김영송(1993), "동시조음에 의한 변이음들의 음향적 특성". 한글 220호. 한글학회.
임홍빈(1993), "국어 억양의 기본 성격과 특징", 새 국어 생활. 국립 국어 연구원
장석진(1992), 화용론 연구. 탑 출판사 1992.
전상범(1993), 영어 음성학. 을유문화사 1993.
정일진(1991), 경계 현상에 대한 연구. 서울 대학교 대학원 석사 학위 논문
지민제(1993), "소리의 길이", 새국어생활 3-1, 국립국어연구원, pp.39-57.
지민제(1993), "방송 언어의 억양에 관한 실험음성학적 연구". 한국어 연구논문 제 35집. KBS 한국어 연구회.
지민제, 이용주(1990), "한국어 Pause Pattern의 음향음성학적 분석", 통신처리를 위한 음성정보 변환기술 개발, 한국 전자통신 연구소,
지민제, 이용주, 이정철, 방만원(1990), "한국어 규칙합성을 위한 실험음성학적연구 11: 한국어 리듬패턴 실험적 분석", 통신처리를 위한 음성정보 변환기술 개발, 한국 전자 통신 연구소, pp.89-92.
한영희(1976), "The Duration of the Intervocalic Obstruents in Korean, 언어1-1, pp. 1-21.
허웅(1986), 국어 음운학. 중판. 서울: 샘 문화사.
홍윤균(1990), "격조사", 국어 연구 어디까지 왔나. 서울대학교 국어연구회

A11en, S.(1973), Accent and Cambridge Univ. Press, London.
Catford, J. C.(1977), Fundamental Problems in Phonetics Indiana Univ. Press: Bloomington and London.
Crittenden, A.(1986), Intonation, Cambridge Univ. Press: Cambridge.
Dauer, R. M.(1983), "Stress-timing and Syllable-timing reanalyzed", Journal of Phonetics v.11: pp.51-62.
Engstrand, O.(1986), "Durational Correlates of Quantity and Sentence Stress: A Cross-Language Study of Swedish, Finnish and Czech", UCLA working paper 63.
Fisher-Jørgensen(1964), ''Sound Duration and Place of Articulation", Zeitschrift für Phonetik, Sprachwissenschaft und Kommunikations Forschung 17, pp.175-207.
Francis Katamba(1992). Introduction to Phonology. New York: Longman Inc.
Fry, D. B (1955b), "Duration and Intensity as physical correlates of linguistic stress", The Journal of the Acoustical Society of America v. 27: pp. 765-768.
Fry, D. B(1973), ''Linguistic Theory and Experimental Research", Language and Speech, Vol. 1. Part 2, pp. 80-86.
Fry, D. B.(1955a), "Experiments in the perception of stress", Language and Speech, Vol. 1. Part 2, pp.126-152.
Han, M. S.(1964), ''Duration of Korean Vowels", Studies in the Phonology of Asian languages 2, Acoustic Phonetics Research Laboratory, Univ. of Southern California, Los Angeles.
Harris, M. S. & Umeda, N.(1974), "Effect of Speaking Mode of Temporal Factors in speech", JASA 56, pp. 1016-1018.
Heinz, J. M. and K. N. Stevens(1961). "On the Properties of Voiceless Fricative Consonants”. Journal of Acoustical Society of America 33.
Hoequist, C. Jr.(1983a), “Durational Correlates of Linguistic Rhythm Categories”, Phonetica 40, pp.19-31.
Hoequist, C. r.(1983b), "Syllable Duration in Stress, Syllable- and Mora-timed Language", *Phonetica* 40, pp. 203-237.
Huggins, A. W. F.(1971), :On the Perception of Temporal Phenomena in speech", JASA vol.51-4, pp. 1279-1290.
Jones, D.(1960), An Outline of English Phonetics, 9th ed.,Cambridge: W.Heffer & Sons Ltd.

Kim, C. W(1965). ''On the Autonomy of the Tensity Feature in Stop Classification". World 21.
Kim, K. O.(1974), Temporal Structure of Spoken Koran: An Acoustic Phonetic Study, Ph. D. Dissertation, Univ. of Southern California.
Kim, K. O.(1975), "The Nature of Temporal Relation between Adjacent Segments in Spoken Korean", Phonetica 31, pp.259-273.
K1att, D. H.(1973), "Interaction between two factors that influence vowel duration, The Journal of the Acoustical Society of America, vol. 54-4, pp.1102-1104.
K1att, D. H.(1976), "Linguistic uses of Segmental duration in English: acoustic and perceptual evidence", The Jouranl of the Acoustical Socustic of America v.59: pp.1208-1221.
Ladefoged, P.(1974), Elements of Acoustic Phonetics, The Univ. of Chicago Press, Chicago & London.
Lee, H. Y.(1990) The Structure of Korean Prosody. Seoul: Hanshin Pub
Lehiste, I.(1970), Suprasegmental, The MIT Press, Cambridge, Mass. and London.
Lehiste, I.(1971), The Timing of Utterances and Linguistic Boundaries", JASA 51 -6, pp.2018-2024.
Lehiste, I.(1977), "Isochrony reconsidered", Journal of Phonetics", 5, pp.253-263.
Lehiste, I.(1979), "The perception of duration within sequences of four intervals", .Journal of Phonetics 7, pp.313-316.
Lisker, L. and Abramson, A. "A Cross-Language Study of Voicing in Initial Stops: Acoustical Measurements". Word 20.1964.
Major, R. C.(1981), "Stress-timing if Brazilian Portuguese', Journal of Phonetics 9, pp.343-351.
Ohala, J. J.(1975), "The Temporal Regulation of Speech", Auditory Analysis and Perception of Speech, Fant. G. & Tadham, M. A. H.(eds.), London, Academic, pp. 431-453.
Oller, D. K.(1972), ''The effect of position in utterance on speech segment duration in English", JASA. vol. 54-5, pp.1235-1247.
Pickett, J. M.(1980), The sounds of Speech Communication, Univ. Park Press, Baltimore.

Strangert(1985), Swedish Speech Rhythm in a Cross-Language Perspective, Ph. D. Dissertation, Umeâ University, Stockholm.
Wenk & Wioland(1982), "Is French really syllable-timed?", Journal of Phonetics 10, pp.193-216.

Zhi, M., Lee, Y. J. and Lee, H. B.(1990) "Temporal Structure of Korean Plosives in /VCV/", Proceedings of SICONLP'90, Seoul.

부록 1 - 피실험자 목록

< 2장의 피실험자 목록>

기호	성명	성별	출신지	성장지	출생년도	직업
hanse	한 세민	남	서 울	서 울	1973	대학생
hansa	한 상형	남	서 울	서 울	1971	대학생
park	박 철우	남	부 산	서 울(1세이후)	1965	대학원생
leeho	이 호진	남	서 울	서 울	1973	대학생
leedae	이 대원	남	서 울	서 울	1973	대학생

< 3장의 피실험자 목록>

기호	성명	성별	출신지	성장지	출생 년도	직업
hansh	한 상형	남	서 울	서 울	1971	대학생
park	박 철우	남	부 산	서 울(1세 이후)	1965	대학원생
paksj	박 성준	남	서 울	서 울	1966	대학원생

부록 2 - 실험에 사용된 문장

1. 2장의 실험문장 (*산에는(sen) * 사람이(sri) * 산다(snd) * 말문이(mni))

1) zero: 산에는 산다.
2) sarami(sri): 산에는 사람이 산다.
3) sarami + 1(sri + 1): 산에는 사람이 많이 산다(A).
4) sarami + 11(sri + 11): 산에는 사람이 많이 모여 산다(A).
5) sarami + 111(sri + 111): 산에는 사람이 많이 모여 같이 산다(A).
6) sarami + 1111(sri + 1111):산에는 사람이 많이 모여 같이 정답게 산다(A).
7) 1 + sarami(1 + sri): 산에는 아름다운 사람이 산다(B).
8) 11 + sarami(11 + sri): 산에는 순박하게 아름다운 사람이 산다(B).
9) 111 + sarami(111 + sri): 산에는 진실로 순박하게 아름다운 사람이 산다(B).

10) malmuni(mni): 말에 말문이 산다.
11) 1 + malmuni(1 + mni): 말본에 말문이 산다.
12) 11 + malmumi(11 + mni;mni*): 말본 책에 말문이 산다.
13) 111 +malmuni(111 + mni): 말본 책들에 말문이 산다.
14) 1111 + malmuni(1111 + mni): 말본 책들 중에 말문이 산다.

12-①) mi* : 말본 책에 말문이 산다.
15) mni* + I: 말본 책에 말문이 살더라.
16) mni* + II: 말본 책에 말문이 산다더라.
17) mni* + III: 말본 책에 말문이 산다하더라.
18) mni* + IIII: 말본 책에 말문이 산다하더구나.

2. 3장의 실험문장

1) 철수가 사라진 다음날, 엄마가 메모를 보았다.
2) 철수 사라진 다음날, 엄마가 메모 보았다.
3) 주요 문제를 돕는 보조 문제를 많이 사용해라.
4) 주요 문제 돕는 보조 문제 많이 사용해라.
5) 우리가 민수를 골려주려고 민수 스케이트를 들고 나왔다.
6) 우리가 민수 골려주려고 민수 스케이트 들고 나왔다.

부록 3 - CSL CONFIG.

```
* NOTE: Lines starting with '*' are comments ignored by the program.
* This is CSL. CFG, a command file which is executed when CSL is entered.
* CSL. CFG loads the default SET commands and creates two View Screens.

* FFT analysis setup
SET FFT.LENGTH          512
SET FFT.PREEMPH         0.900 OFF
SET FFT.DISPLAY         0 80
SET FFT.WINDOW          BLACKMAN
SET FFT.SMOOTHING       BAR
SET FFT.FREQUENCY       0 0
SET FFT.FREQUENCY       0 80 %

* LTA analysis setup
SET LTA.QUIET           NO


* CEPSTRUM analysis setup
SET CEPSTRUM.DISPLAY -10 10
SET CEPSTRUM.TIME       0.00 0.00


* Spectrograph analysis setup
SET SPG.LENGTH          100
SET SPG.LEVEL           0
SET SPG.SCALE           10.0 14.88 19.77 24.65 29.54 34.43 39.33 44.22 49.11 54.0
SET SPG.PREEMPH         0.800 ON
SET SPG.WINDOW          BLACKMAN
SET SPG.DISPLAY         0 4000
SET SPG.DISPLAY         0 95 %
SET SPG.AXIS            LINEAR
SET SPG.CELL            8 8
SET SPG.PALETTE         1
```

* LPC analysis setup (assumes 10KHz sampling rate)

```
SET LPC.LENGTH        20
SET LPC.ORDER         12
SET LPC.PREEMPH       0.900 ON
```

```
SET LPC.WINDOW        ON
SET LPC.TYPE          AUTOCORRELATION
SET LPC.FREQUENCY     0 0
SET LPC.FREQUENCY     0 80 %
```

* FMT analysis setup (assumes 10KHz sampling rate)

```
SET FMT.CUTOFF        300
SET FMT.LENGTH        10
SET FMT.ORDER         12
SET FMT.PREEMPH       0.900 ON
SET FMT.WINDOW        ON
SET FMT.TYPE          AUTOCORRELATION
SET FMT.BWIDTH        OFF
SET FMT.DISPLAY       0 4000
SET FMT.DISPLAY       0 80 %
SET FMT.AXIS          LINEAR
```

* Pitch analysis setup

```
SET PITCH.CLIPPING    15
SET PITCH.CUTOFF      25
SET PITCH.LENGTH      25
SET PITCH.ADVANCE     20
SET PITCH.RANGE       50 500
SET PITCH.DISPLAY     50 300
SET PITCH.PEAK        100
SET PITCH.PLOT        LINE
```

* Impulse marking setup

```
SET IMPULSE.RANGE     70 300
SET IMPULSE.OFFSET    0
SET IMPULSE.FLIP      NO
SET IMPULSE.ADJUST    NO ADJUSTMENT
SET IMPULSE.PEAK      500
```

* Voicing analysis setup

```
SET VX.FRAMING        MARKERS
SET VX.TOLERANCE      1


SET VX.OFFSET         12
```

* Energy analysis setup

```
SET ENERGY.LENGTH     20
SET ENERGY.ADVANCE    20
SET ENERGY.SMOOTHING NONE
SET ENERGY.DISPLAY    20 90
```

* Capture setup

```
SET CAPTURE.RATE       16000
SET CAPTURE.ECHO       OFF
SET CAPTURE.LENGTH     120
SET CAPTURE.SOURCE     MICROPHONE
SET CAPTURE.COUPLING 1 AC
SET CAPTURE.COUPLING 2 AC
SET CAPTURE.COUPLING 3 AC
SET CAPTURE.COUPLING 4 AC
SET CAPTURE.GAIN       3 0.0
SET CAPTURE.GAIN       4 0.0
```

* Playback setup

```
SET SPK.MODE          MONO
SET SPK.MUTE          OFF
SET SPK.REPEAT        SINGLE
```

* Display setup

```
SET NORMALIZE         OFF
SET CLEAR             OFF
SET RELATIVE          OFF
SET GRID              HORIZONTAL
SET COLOR             RED
```

* Printing setup

```
SET PRTSCRN          EPSON
SET PRTSCRN TO       LPT1
```

* Select default directory paths for data storage and retrieval

```
SET DIRECTORY          C:\CSL50\SPLDATA\LAB\        ***
```

```
SET RUN.DIRECTORY      C:\CSL50\MACROS\
SET FLTR.DIRECTORY     C:\CSL50\FILTERS\
SET LOG.DIRECTORY      C:\CSL50\LOGS\
SET PRTSCRN.DIRECTORY C:\CSL50\OUTPUT\
SET EXTENSION          .NSP
```

* Set source pointer

```
SET SOURCE             A
```

* Clear view area

```
DELETE ALL
```

* Create View A with black (0) color, "normalization" off, "clear before
* display'' on, and ''relative cursor position'' on.

```
VIEW    A 2  18  637 130 0 -N +C +R -H -V
```

```
* Create View B with red (3) color, "normalization" off, "clear before
* display" off, and "relative cursor position" off.
 VIEW    B 2   135   637 295 0 -N -C +R -H -V

* Create View C with BLACK (0) color, "normalization" off, "clear before
* display'' off, and "relative cursor position'' oN
  VIEW    C 2   300   637 390 0 -N -C +R -H -V

* Create View D with BLACK (O) color, "normalization" oN, "clear before
* display" off, and "relative cursor position" oN
 VIEW    D 2   395   637 477 1 +N -C +R -H -V

* Create View E with BLACK (O) color, "normalization" off, "clear before
* display'' of, and "relative cursor position" off.
*VIEW E 2 397 637 477 O +N -C +R -H -V

* Activate View Screen A
USE    A

* Load default key definition
RUN C:\CSL50\LIB\CSL.KEY
```

부록 4 - CSL MACRO

```
USE A
set source A
SHOW M1 M2
spk ? < >

USE B
SET SOURCE A
PURGE
set spg.palette 0
SET CLEAR ON
SPG ? < >
LINK A

USE C
purge
SET SOURCE A
SET CLEAR ON
set color 1
set normalize off
set relative on
PITCH ? < >
LINK A

USE D
purge
SET SOURCE A
SET CLEAR ON
set color 1
set normalize off
set relative on
ENERGY ? < >
link A
```

부록 5 - 실험 결과

1. 2장 실험 결과
2. 3장 실험 결과

1. 2장 실험 결과

	Label	Measure	Speaker	data1	data2	data3	data4	data5	mean	SD
1	zero	saneneun	Hanse	529.46	513.46	508.00	539.45	541.10	526.29	13.43
2	zero	sanda	Hanse	523.64	546.91	514.00	530.73	557.10	534.48	15.60
3	sarami	saneneun	Hanse	498.91	526.55	474.19	506.10	536.73	508.50	21.90
4	sarami	sarami	Hanse	432.00	442.19	447.28	449.28	443.64	442.88	6.00
5	sarami	sanda	Hanse	496.00	529.46	518.55	506.37	544.00	518.88	16.87
6	sarami+I	saneneun	Hanse	560.00	509.10	493.19	494.73	578.91	527.19	35.46
7	sarami+I	sarami	Hanse	381.10	430.55	412.55	427.29	421.82	414.66	17.85
8	sarami+I	sanda	Hanse	493.10	554.19	496.37	501.10	530.91	515.13	23.70
9	sarami+II	saneneun	Hanse	456.73	462.55	520.64	515.64	516.37	494.39	28.48
10	sarami+II	sarami	Hanse	417.46	416.00	444.00	452.37	414.55	428.88	16.01
11	sarami+II	sanda	Hanse	528.00	506.19	531.29	533.82	552.73	530.41	14.85
12	sarami+III	saneneun	Hanse	501.82	530.91	527.64	492.37	539.64	518.48	18.14
13	sarami+III	sarami	Hanse	427.64	466.91	424.00	481.00	424.73	444.86	24.20
14	sarami+III	sanda	Hanse	480.00	482.91	439.64	523.29	551.28	495.42	38.48
15	sarami+IIII	saneneun	Hanse	519.28	488.73	510.37	502.00	522.19	508.51	12.17
16	sarami+IIII	sarami	Hanse	388.37	414.55	478.64	405.00	407.28	418.77	31.14
17	sarami+IIII	sanda	Hanse	477.10	496.00	459.73	508.37	573.10	502.86	38.82
18	I+sarami	saneneun	Hanse	453.82	481.46	454.45	475.00	528.00	478.55	27.05
19	I+sarami	sarami	Hanse	370.91	443.64	403.37	399.82	394.19	402.39	23.53
20	I+sarami	sanda	Hanse	509.10	501.82	534.91	547.64	542.55	527.20	18.36
21	II+sarami	saneneun	Hanse	513.46	512.00	501.19	453.91	493.10	494.73	21.72
22	II+sarami	sarami	Hanse	398.55	365.10	402.37	408.00	392.73	393.35	14.98
23	II+sarami	sanda	Hanse	512.00	504.73	549.28	519.64	507.64	518.66	16.11
24	III+sarami	saneneun	Hanse	546.91	504.73	495.91	534.64	557.10	527.86	23.75
25	III+sarami	sarami	Hanse	400.73	402.91	439.28	400.19	427.64	414.15	16.22
26	III+sarami	sanda	Hanse	500.37	507.64	511.45	543.82	512.00	515.06	14.97
27	malmuni	malmuni	Hanse	503.28	535.28	571.46	581.10	565.82	551.39	28.52
28	I+malmuni	malmuni	Hanse	506.19	528.00	559.10	542.91	547.64	536.77	18.26
29	II+malmuni **	malmuni	Hanse	456.73	562.91	515.29	546.82	545.46	525.44	37.65
30	III+malmuni	malmuni	Hanse	513.46	520.73	511.10	549.64	576.00	534.19	25.02
31	IIII+malmuni	malmuni	Hanse	484.37	480.00	572.37	506.55	542.55	517.17	35.39
32	malmuni2+I	malmuni	Hanse	509.10	501.82	523.10	510.91	550.00	518.99	16.95
33	malmuni2+II	malmuni	Hanse	513.46	488.73	531.19	563.10	529.46	525.19	24.32
34	malmuni2+III	malmuni	Hanse	533.82	484.37	490.19	601.28	564.37	534.81	44.34
35	malmuni2+IIII	malmuni	Hanse	635.64	519.28	545.10	466.73	574.91	548.33	56.29
36	zero	saneneun	Hansa	469.46	451.10	437.10	434.91	451.55	448.82	12.41
37	zero	sanda	Hansa	481.46	499.28	465.10	502.55	504.00	490.48	15.04
38	sarami	saneneun	Hansa	384.55	406.00	380.46	412.82	420.55	400.88	15.74
39	sarami	sarami	Hansa	357.82	368.91	364.46	375.28	368.19	366.93	5.73
40	sarami	sanda	Hansa	457.46	478.10	479.64	501.10	493.10	481.88	14.91
41	sarami+I	saneneun	Hansa	433.46	401.82	396.55	438.82	391.19	412.37	19.77
42	sarami+I	sarami	Hansa	389.64	374.46	369.55	333.46	355.28	364.48	19.00

	Label	Measure	Speaker	data1	data2	data3	data4	data5	mean	SD
43	sarami+I	sanda	Hansa	461.10	473.82	426.19	493.37	458.55	462.61	21.99
44	sarami+II	saneneun	Hansa	414.37	498.91	426.37	405.19	435.73	436.11	33.07
45	sarami+II	sarami	Hansa	297.82	315.82	316.37	327.00	364.19	324.24	22.07
46	sarami+II	sanda	Hansa	459.64	465.82	472.28	448.00	461.10	461.37	8.01
47	sarami+III	saneneun	Hansa	424.73	429.64	373.64	415.00	415.46	411.69	19.83
48	sarami+III	sarami	Hansa	316.73	345.64	309.82	329.64	307.37	321.84	14.19
49	sarami+III	sanda	Hansa	464.00	470.91	440.73	486.55	449.28	462.29	16.12
50	sarami+IIII	saneneun	Hansa	419.64	347.10	407.64	411.46	380.64	393.30	26.55
51	sarami+IIII	sarami	Hansa	340.00	341.55	302.19	300.55	360.28	328.91	23.60
52	sarami+IIII	sanda	Hansa	434.19	448.73	385.37	449.64	446.00	432.79	24.34
53	I+sarami	saneneun	Hansa	333.10	407.64	281.10	327.73	413.91	352.70	50.79
54	I+sarami	sarami	Hansa	330.91	284.46	289.91	312.46	246.55	292.86	28.48
55	I+sarami	sanda	Hansa	425.46	472.28	438.37	464.37	439.28	447.95	17.52
56	II+sarami	saneneun	Hansa	405.46	376.10	365.37	398.37	429.10	394.88	22.44
57	II+sarami	sarami	Hansa	319.28	300.19	301.64	311.73	301.46	306.86	7.47
58	II+sarami	sanda	Hansa	456.73	483.10	425.37	471.28	458.55	459.01	19.33
59	III+sarami	saneneun	Hansa	389.82	417.10	385.46	393.55	391.73	395.53	11.11
60	III+sarami	sarami	Hansa	316.73	314.19	303.28	319.00	289.46	308.53	10.96
61	III+sarami	sanda	Hansa	437.82	451.64	439.82	437.73	436.37	440.68	5.59
62	malmuni	malmuni	Hansa	438.00	406.64	458.37	450.73	379.28	426.60	29.53
63	I+malmuni	malmuni	Hansa	496.73	392.10	433.37	451.82	399.46	434.70	37.95
64	II+malmuni **	malmuni	Hansa	456.91	406.10	407.00	453.73	419.55	428.66	22.31
65	III+malmuni	malmuni	Hansa	428.91	385.73	418.73	417.46	430.00	416.17	16.05
66	IIII+malmuni	malmuni	Hansa	431.28	379.46	407.73	401.82	396.73	403.40	16.83
67	malmuni2+I	malmuni	Hansa	414.37	343.91	420.64	409.82	395.46	396.84	27.73
68	malmuni2+II	malmuni	Hansa	442.73	389.82	435.10	414.37	371.82	410.77	26.77
69	malmuni2+III	malmuni	Hansa	392.55	381.91	431.64	397.19	390.37	398.73	17.18
70	malmuni2+IIII	malmuni	Hansa	427.82	431.46	390.46	414.55	430.37	418.93	15.47
71	zero	saneneun	Park	456.10	456.00	447.73	464.19	443.37	453.48	7.26
72	zero	sanda	Park	494.19	483.64	534.10	538.37	525.10	515.08	22.04
73	sarami	saneneun	Park	355.73	442.55	388.73	420.37	368.46	395.17	32.22
74	sarami	sarami	Park	338.55	401.46	355.28	465.10	340.28	380.13	48.19
75	sarami	sanda	Park	426.00	486.55	488.00	514.00	502.82	483.47	30.46
76	sarami+I	saneneun	Park	366.64	417.19	416.00	397.28	389.10	397.24	18.72
77	sarami+I	sarami	Park	340.64	404.00	406.64	357.55	385.55	378.88	25.94
78	sarami+I	sanda	Park	417.10	440.73	472.55	443.64	490.10	452.82	25.63
79	sarami+II	saneneun	Park	404.37	382.46	405.28	409.82	384.55	397.30	11.43
80	sarami+II	sarami	Park	341.64	369.82	366.37	345.64	340.64	352.82	12.63
81	sarami+II	sanda	Park	416.19	444.19	458.73	451.64	450.55	444.26	14.77
82	sarami+III	saneneun	Park	363.73	359.64	350.37	437.64	411.00	384.48	33.88
83	sarami+III	sarami	Park	350.73	349.10	382.73	413.55	361.37	371.50	24.21
84	sarami+III	sanda	Park	434.37	430.37	453.10	534.19	415.19	453.44	42.14

	Label	Measure	Speaker	data1	data2	data3	data4	data5	mean	SD
85	sarami+IIII	saneneun	Park	366.82	432.19	414.55	388.55	365.64	393.55	26.28
86	sarami+IIII	sarami	Park	352.19	361.46	351.64	362.10	364.00	358.28	5.26
87	sarami+IIII	sanda	Park	386.91	440.37	410.37	457.46	421.64	423.35	24.30
88	I+sarami	saneneun	Park	401.64	394.64	401.82	412.73	373.10	396.79	13.18
89	I+sarami	sarami	Park	316.19	314.46	363.91	348.73	369.00	342.46	23.14
90	I+sarami	sanda	Park	423.46	444.82	511.10	473.10	468.10	464.12	29.43
91	II+sarami	saneneun	Park	352.37	381.10	427.10	392.91	343.55	379.41	29.92
92	II+sarami	sarami	Park	324.37	348.28	367.28	354.55	360.37	350.97	14.71
93	II+sarami	sanda	Park	429.37	384.82	466.19	464.28	459.10	440.75	30.97
94	III+sarami	saneneun	Park	368.19	362.37	397.00	397.82	404.10	385.90	17.11
95	III+sarami	sarami	Park	338.10	342.55	325.46	342.91	337.46	337.30	6.32
96	III+sarami	sanda	Park	385.82	431.64	434.46	433.64	389.73	415.06	22.33
97	malmuni	malmuni	Park	426.91	235.55	463.82	428.37	447.46	400.42	83.54
98	I+malmuni	malmuni	Park	400.55	457.46	403.82	455.55	384.73	420.42	30.17
99	II+malmuni **	malmuni	Park	409.64	426.19	444.82	389.28	394.73	412.93	20.47
100	III+malmuni	malmuni	Park	407.10	408.10	415.73	391.82	411.19	406.79	8.06
101	IIII+malmuni	malmuni	Park	390.73	417.10	421.82	386.10	380.46	399.24	16.89
102	malmuni2+I	malmuni	Park	413.64	430.19	431.73	460.10	419.64	431.06	15.99
103	malmuni2+II	malmuni	Park	383.46	464.46	432.46	439.91	393.91	422.84	30.01
104	malmuni2+III	malmuni	Park	402.73	412.16	454.00	405.82	413.28	417.60	18.62
105	malmuni2+IIII	malmuni	Park	429.00	436.82	406.46	409.46	364.64	409.28	25.09
106	zero	saneneun	Leeho	413.55	442.55	424.91	382.73	402.37	413.22	20.22
107	zero	sanda	Leeho	448.55	446.46	452.55	435.28	453.28	447.22	6.48
108	sarami	saneneun	Leeho	396.91	427.19	427.55	412.91	385.46	410.00	16.65
109	sarami	sarami	Leeho	352.64	357.55	345.10	339.73	323.10	343.62	11.95
110	sarami	sanda	Leeho	462.82	458.10	467.55	484.19	453.46	465.22	10.58
111	sarami+I	saneneun	Leeho	402.19	443.46	436.00	396.19	403.55	416.28	19.45
112	sarami+I	sarami	Leeho	352.00	360.91	336.73	341.28	331.73	344.53	10.58
113	sarami+I	sanda	Leeho	463.55	457.55	437.82	438.19	459.64	451.35	11.07
114	sarami+II	saneneun	Leeho	406.73	436.82	411.91	414.55	405.64	415.13	11.33
115	sarami+II	sarami	Leeho	343.28	336.46	340.28	354.91	337.28	342.44	6.68
116	sarami+II	sanda	Leeho	454.73	444.10	435.28	466.73	430.73	446.31	13.09
117	sarami+III	saneneun	Leeho	419.10	431.28	423.19	376.19	418.91	413.73	19.30
118	sarami+III	sarami	Leeho	366.00	334.00	336.28	342.28	350.82	345.88	11.62
119	sarami+III	sanda	Leeho	440.00	453.46	426.37	437.64	527.64	457.02	36.34
120	sarami+IIII	saneneun	Leeho	431.91	397.10	395.10	374.91	352.37	390.28	26.37
121	sarami+IIII	sarami	Leeho	371.10	334.82	321.19	341.00	327.64	339.15	17.31
122	sarami+IIII	sanda	Leeho	390.00	442.37	427.64	456.37	448.37	432.95	23.44
123	I+sarami	saneneun	Leeho	462.19	391.10	407.64	374.19	397.28	406.48	29.90
124	I+sarami	sarami	Leeho	317.46	307.28	310.19	309.64	300.19	308.95	5.55
125	I+sarami	sanda	Leeho	465.82	450.19	434.37	450.19	442.55	448.62	10.40
126	II+sarami	saneneun	Leeho	391.55	435.91	389.46	377.28	382.73	395.39	20.88

2. 3.장 실험 결과

	Label	Measure	Speaker	data1	data2	data3	data4	data5	mean	SD
127	II+sarami	sarami	Leeho	353.91	316.73	307.28	308.55	315.82	320.46	17.15
128	II+sarami	sanda	Leeho	407.28	430.91	415.46	416.19	477.64	429.50	25.25
129	III+sarami	saneneun	Leeho	450.19	409.82	391.64	407.10	396.55	411.06	20.67
130	III+sarami	sarami	Leeho	317.64	310.64	327.10	309.64	304.73	313.95	7.76
131	III+sarami	sanda	Leeho	412.37	430.64	409.28	453.64	416.19	424.42	16.34
132	malmuni	malmuni	Leeho	388.82	429.28	388.37	466.64	439.00	422.42	30.22
133	I+malmuni	malmuni	Leeho	364.91	407.28	404.82	449.00	392.55	403.71	27.19
134	II+malmuni **	malmuni	Leeho	390.64	391.91	386.64	428.46	392.19	397.97	15.37
135	III+malmuni	malmuni	Leeho	403.82	384.00	379.46	403.55	377.82	389.73	11.57
136	IIII+malmuni	malmuni	Leeho	387.46	385.00	370.55	382.00	402.46	385.49	10.27
137	malmuni2+I	malmuni	Leeho	388.82	382.28	398.55	380.37	416.19	393.24	13.12
138	malmuni2+II	malmuni	Leeho	365.64	380.10	367.19	408.37	344.00	373.06	21.12
139	malmuni2+III	malmuni	Leeho	364.73	381.19	402.37	378.64	394.10	384.21	13.02
140	malmuni2+IIII	malmuni	Leeho	376.10	372.55	432.55	368.00	390.46	387.93	23.54
141	zero	saneneun	Leedae	459.73	522.19	485.10	431.82	448.10	469.39	31.60
142	zero	sanda	Leedae	426.64	488.55	463.10	477.82	476.37	466.50	21.50
143	sarami	saneneun	Leedae	461.37	412.73	451.91	470.28	444.00	448.06	19.75
144	sarami	sarami	Leedae	360.28	351.37	369.91	365.55	375.64	364.55	8.30
145	sarami	sanda	Leedae	428.91	437.28	411.64	468.64	404.00	430.09	22.63
146	sarami+I	saneneun	Leedae	400.82	419.64	454.91	422.82	431.46	425.93	17.61
147	sarami+I	sarami	Leedae	342.10	352.00	316.91	358.10	354.10	344.64	14.83
148	sarami+I	sanda	Leedae	393.37	407.28	431.00	429.00	404.10	412.95	14.68
149	sarami+II	saneneun	Leedae	431.55	416.00	410.19	456.19	433.10	429.41	16.03
150	sarami+II	sarami	Leedae	354.82	336.91	349.10	344.73	358.00	348.71	7.47
151	sarami+II	sanda	Leedae	422.19	416.37	449.10	444.91	431.91	432.90	12.61
152	sarami+III	saneneun	Leedae	433.82	461.28	414.64	429.64	404.73	428.82	19.29
153	sarami+III	sarami	Leedae	348.37	363.10	387.00	399.46	392.55	378.10	19.25
154	sarami+III	sanda	Leedae	351.82	442.55	418.19	445.82	410.82	413.84	33.83
155	sarami+IIII	saneneun	Leedae	420.91	461.64	391.82	493.00	461.46	445.77	35.38
156	sarami+IIII	sarami	Leedae	352.64	345.10	334.10	377.64	329.46	347.79	17.00
157	sarami+IIII	sanda	Leedae	387.10	424.55	401.46	450.19	412.73	415.21	21.43
158	I+sarami	saneneun	Leedae	416.91	446.00	413.82	494.82	406.91	435.69	32.44
159	I+sarami	sarami	Leedae	328.64	354.00	350.73	353.64	365.10	350.42	11.94
160	I+sarami	sanda	Leedae	395.46	451.46	450.91	443.46	410.46	430.35	23.04
161	II+sarami	saneneun	Leedae	464.10	425.46	435.91	428.64	421.10	435.04	15.31
162	II+sarami	sarami	Leedae	309.73	333.82	343.82	360.73	342.46	338.11	16.66
163	II+sarami	sanda	Leedae	378.64	418.19	413.46	417.46	405.82	406.71	14.71
164	III+sarami	saneneun	Leedae	446.82	494.73	456.73	471.64	421.82	458.35	24.37
165	III+sarami	sarami	Leedae	329.64	354.55	310.55	327.28	348.73	334.15	15.83
166	III+sarami	sanda	Leedae	429.37	402.37	409.00	426.00	403.19	413.99	11.47
167	malmuni	malmuni	Leedae	447.19	454.91	472.37	435.82	456.00	453.26	11.97
168	I+malmuni	malmuni	Leedae	429.46	436.73	453.10	428.91	476.91	445.02	18.18

	Label	Measure	Speaker	data1	data2	data3	data4	data5	mean	SD
169	II+malmuni **	malmuni	Leedae	456.00	453.82	460.10	430.00	432.00	446.38	12.74
170	III+malmuni	malmuni	Leedae	369.00	432.55	438.46	429.19	448.64	423.57	28.07
171	IIII+malmuni	malmuni	Leedae	411.00	401.10	484.10	424.55	421.82	428.51	29.01
172	malmuni2+I	malmuni	Leedae	465.00	480.00	431.55	442.19	425.10	448.77	20.68
173	malmuni2+II	malmuni	Leedae	429.19	428.37	480.55	455.55	394.73	437.68	28.85
174	malmuni2+III	malmuni	Leedae	435.28	460.73	467.28	493.91	415.19	454.48	27.09
175	malmuni2+IIII	malmuni	Leedae	429.19	443.46	427.46	421.00	470.46	438.31	17.67

	Speaker	Measure	FW	Data1	Data2	Data3	Data4	Data5
1	Hansh	Chulsu	FW	402.94	339.63	335.44	343.69	355.69
2	Hansh	Memo	FW	287.81	293.81	350.81	294.63	314.56
3	Hansh	Chulsu	non-FW	469.50	440.38	413.81	536.19	513.25
4	Hansh	Memo	non-FW	331.38	346.56	443.38	396.25	374.63
5	Hansh	Munje1	FW	271.06	293.44	296.88	273.31	262.63
6	Hansh	Munje2	FW	271.44	278.81	272.13	278.25	333.56
7	Hansh	Munje1	non-FW	352.13	426.69	451.06	449.25	427.75
8	Hansh	Munje2	non-FW	395.38	413.69	418.31	409.19	389.00
9	Hansh	Minsu	FW	376.13	310.13	371.75	494.44	380.94
10	Hansh	Skate	FW	493.50	495.13	492.56	499.19	505.19
11	Hansh	Minsu	non-FW	508.31	503.88	472.94	467.44	387.69
12	Hansh	Skate	non-FW	581.64	700.94	633.75	583.06	607.31
13	Parkch	Chulsu	FW	274.00	269.13	280.63	261.63	267.38
14	Parkch	Memo	FW	266.44	274.88	277.44	280.25	291.75
15	Parkch	Chulsu	non-FW	412.44	368.63	381.31	372.50	367.69
16	Parkch	Memo	non-FW	324.38	305.50	288.13	298.81	330.81
17	Parkch	Munje1	FW	272.88	265.25	266.94	279.44	289.14
18	Parkch	Munje2	FW	254.56	281.31	287.94	279.38	295.38
19	Parkch	Munje1	non-FW	205.25	314.44	274.56	310.38	272.44
20	Parkch	Munje2	non-FW	302.31	286.38	327.25	348.75	321.94
21	Parkch	Minsu	FW	287.19	286.63	262.75	269.63	266.19
22	Parkch	Skate	FW	467.63	437.88	446.63	460.00	427.25
23	Parkch	Minsu	non-FW	396.69	336.13	439.75	354.06	355.19
24	Parkch	Skate	non-FW	448.19	447.00	501.88	548.25	508.69
25	Parksj	Chulsu	FW	314.38	315.25	294.44	267.75	297.13
26	Parksj	Memo	FW	319.75	319.19	318.56	358.94	323.00
27	Parksj	Chulsu	non-FW	363.81	306.19	336.25	335.31	335.60
28	Parksj	Memo	non-FW	367.06	317.44	326.25	348.44	343.94
29	Parksj	Munje1	FW	300.94	339.31	325.56	302.31	340.13
30	Parksj	Munje2	FW	297.69	309.94	309.19	331.13	318.44
31	Parksj	Munje1	non-FW	325.13	371.19	356.00	391.63	339.63
32	Parksj	Munje2	non-FW	401.69	390.13	480.13	384.69	470.00
33	Parksj	Minsu	FW	351.81	319.50	324.25	335.94	322.50
34	Parksj	Skate	FW	407.94	442.19	469.25	483.25	501.13
35	Parksj	Minsu	non-FW	431.81	378.56	410.06	468.38	397.44
36	Parksj	Skate	non-FW	504.00	492.69	597.25	559.06	456.19

	Speaker	Phrase	Measure	FW	Data1	Data2	Data3	Data4	Data5
1	Hansh	Chulsu-ga Sa	Pre-pre B. Syl	FW	160	175	175	160	177
2	Hansh	Chulsu-ga Sa	Pre B. Syl 1	FW	166	179	172	173	172
3	Hansh	Chulsu-ga Sa	Pre B. Syl 2	FW	173	177	177	170	173
4	Hansh	Chulsu-ga Sa	Pre B. Syl 3	FW	177	166	175	166	172
5	Hansh	Chulsu-ga Sa	Post B. Syl 1	FW	179	172	173	172	173
6	Hansh	Chulsu-ga Sa	Post B. Syl 2	FW	172	166	175	160	170
7	Hansh	Memo-rul Bo	Pre-pre B. Syl	FW	124	125	130	129	125
8	Hansh	Memo-rul Bo	Pre B. Syl 1	FW	142	150	149	144	145
9	Hansh	Memo-rul Bo	Pre B. Syl 2	FW	153	155	161	145	148
10	Hansh	Memo-rul Bo	Pre B. Syl 3	FW	156	146	163	146	149
11	Hansh	Memo-rul Bo	Post B. Syl 1	FW	115	115	117	114	114
12	Hansh	Memo-rul Bo	Post B. Syl 2	FW	103	101	113	108	106
13	Hansh	Chulsu Sa	Pre B. Syl 1	non-FW	177	181	179	190	177
14	Hansh	Chulsu Sa	Pre B. Syl 2	non-FW	175	186	175	202	188
15	Hansh	Chulsu Sa	Pre B. Syl 3	non-FW	172	181	170	205	192
16	Hansh	Chulsu Sa	Post B. Syl 1	non-FW	164	172	161	172	168
17	Hansh	Chulsu Sa	Post B. Syl 2	non-FW	164	173	164	173	166
18	Hansh	Memo Bo	Pre B. Syl 1	non-FW	142	136	136	145	140
19	Hansh	Memo Bo	Pre B. Syl 2	non-FW	155	144	145	156	149
20	Hansh	Memo Bo	Pre B. Syl 3	non-FW	158	137	146	160	152
21	Hansh	Memo Bo	Post B. Syl 1	non-FW	122	112	122	121	114
22	Hansh	Memo Bo	Post B. Syl 2	non-FW	106	105	104	117	109
23	Hansh	Munje1-rul Dop	Pre-pre B. Syl	FW	135	135	142	135	135
24	Hansh	Munje1-rul Dop	Pre B. Syl 1	FW	134	144	146	153	146
25	Hansh	Munje1-rul Dop	Pre B. Syl 2	FW	150	148	160	160	150
26	Hansh	Munje1-rul Dop	Pre B. Syl 3	FW	153	148	158	160	145
27	Hansh	Munje1-rul Dop	Post B. Syl 1	FW	130	123	136	134	130
28	Hansh	Munje1-rul Dop	Post B. Syl 2	FW	120	121	125	125	123
29	Hansh	Munje2-rul Dop	Pre-pre B. Syl	FW	118	115	124	122	120
30	Hansh	Munje2-rul Dop	Pre B. Syl 1	FW	131	135	153	152	160
31	Hansh	Munje2-rul Dop	Pre B. Syl 2	FW	149	149	166	164	175
32	Hansh	Munje2-rul Dop	Pre B. Syl 3	FW	160	160	173	173	186
33	Hansh	Munje2-rul Dop	Post B. Syl 1	FW	158	150	170	168	119
34	Hansh	Munje2-rul Dop	Post B. Syl 2	FW	135	136	158	152	110
35	Hansh	Munje1 Dop	Pre B. Syl 1	non-FW	153	170	170	164	166
36	Hansh	Munje1 Dop	Pre B. Syl 2	non-FW	163	177	179	175	173
37	Hansh	Munje1 Dop	Pre B. Syl 3	non-FW	164	179	190	186	188
38	Hansh	Munje1 Dop	Post B. Syl 1	non-FW	128	125	130	131	134
39	Hansh	Munje1 Dop	Post B. Syl 2	non-FW	125	125	130	126	129
40	Hansh	Munje2 Dop	Pre B. Syl 1	non-FW	156	152	155	148	159
41	Hansh	Munje2 Dop	Pre B. Syl 2	non-FW	172	164	168	158	162
42	Hansh	Munje2 Dop	Pre B. Syl 3	non-FW	175	175	175	170	169
43	Hansh	Munje2 Dop	Post B. Syl 1	non-FW	134	119	125	115	117
44	Hansh	Munje2 Dop	Post B. Syl 2	non-FW	116	108	116	111	116
45	Hansh	Minsu-rul Gol	Pre-pre B. Syl	FW	131	140	155	149	146
46	Hansh	Minsu-rul Gol	Pre B. Syl 1	FW	146	148	155	148	144
47	Hansh	Minsu-rul Gol	Pre B. Syl 2	FW	156	152	159	149	150

	Speaker	Phrase	Measure	FW	Data1	Data2	Data3	Data4	Data5
48	Hansh	Minsu-rul Gol	Pre B. Syl 3	FW	156	152	155	148	150
49	Hansh	Minsu-rul Gol	Post B. Syl 1	FW	126	123	144	134	131
50	Hansh	Minsu-rul Gol	Post B. Syl 2	FW	123	120	132	130	125
51	Hansh	Skate-rul Dul	Pre-pre B. Syl	FW	122	146	133	160	135
52	Hansh	Skate-rul Dul	Pre B. Syl 1	FW	156	168	172	155	158
53	Hansh	Skate-rul Dul	Pre B. Syl 2	FW	175	183	190	163	166
54	Hansh	Skate-rul Dul	Pre B. Syl 3	FW	192	188	192	181	173
55	Hansh	Skate-rul Dul	Post B. Syl 1	FW	126	124	132	132	132
56	Hansh	Skate-rul Dul	Post B. Syl 2	FW	125	125	133	130	130
57	Hansh	Minsu Gol	Pre B. Syl 1	non-FW	160	164	168	163	164
58	Hansh	Minsu Gol	Pre B. Syl 2	non-FW	168	168	177	172	163
59	Hansh	Minsu Gol	Pre B. Syl 3	non-FW	166	179	179	172	156
60	Hansh	Minsu Gol	Post B. Syl 1	non-FW	141	125	131	133	134
61	Hansh	Minsu Gol	Post B. Syl 2	non-FW	130	126	128	131	130
62	Hansh	Skate Dul	Pre B. Syl 1	non-FW	155	173	168	161	161
63	Hansh	Skate Dul	Pre B. Syl 2	non-FW	164	181	172	168	166
64	Hansh	Skate Dul	Pre B. Syl 3	non-FW	172	179	181	175	173
65	Hansh	Skate Dul	Post B. Syl 1	non-FW	136	128	132	135	139
66	Hansh	Skate Dul	Post B. Syl 2	non-FW	125	126	128	133	135
67	Parkch	Chulsu-ga Sa	Pre-pre B. Syl	FW	125	125	135	131	135
68	Parkch	Chulsu-ga Sa	Pre B. Syl 1	FW	119	125	136	128	132
69	Parkch	Chulsu-ga Sa	Pre B. Syl 2	FW	125	133	140	129	136
70	Parkch	Chulsu-ga Sa	Pre B. Syl 3	FW	123	131	134	130	135
71	Parkch	Chulsu-ga Sa	Post B. Syl 1	FW	125	130	126	126	135
72	Parkch	Chulsu-ga Sa	Post B. Syl 2	FW	116	115	111	110	130
73	Parkch	Memo-rul Bo	Pre-pre B. Syl	FW	98	101	98	96	101
74	Parkch	Memo-rul Bo	Pre B. Syl 1	FW	106	111	105	106	109
75	Parkch	Memo-rul Bo	Pre B. Syl 2	FW	107	114	108	110	111
76	Parkch	Memo-rul Bo	Pre B. Syl 3	FW	105	109	108	109	108
77	Parkch	Memo-rul Bo	Post B. Syl 1	FW	91	90	89	105	99
78	Parkch	Memo-rul Bo	Post B. Syl 2	FW	83	82	80	87	85
79	Parkch	Chulsu Sa	Pre B. Syl 1	non-FW	136	144	144	142	146
80	Parkch	Chulsu Sa	Pre B. Syl 2	non-FW	133	142	141	140	142
81	Parkch	Chulsu Sa	Pre B. Syl 3	non-FW	131	142	137	136	139
82	Parkch	Chulsu Sa	Post B. Syl 1	non-FW	137	141	139	136	139
83	Parkch	Chulsu Sa	Post B. Syl 2	non-FW	131	132	125	129	128
84	Parkch	Memo Bo	Pre B. Syl 1	non-FW	104	101	100	105	103
85	Parkch	Memo Bo	Pre B. Syl 2	non-FW	106	104	103	105	103
86	Parkch	Memo Bo	Pre B. Syl 3	non-FW	107	105	103	104	103
87	Parkch	Memo Bo	Post B. Syl 1	non-FW	95	91	82	92	84
88	Parkch	Memo Bo	Post B. Syl 2	non-FW	87	82	78	83	80
89	Parkch	Munje1-rul Dop	Pre-pre B. Syl	FW	118	112	115	111	115
90	Parkch	Munje1-rul Dop	Pre B. Syl 1	FW	118	115	120	125	123
91	Parkch	Munje1-rul Dop	Pre B. Syl 2	FW	130	126	133	132	131
92	Parkch	Munje1-rul Dop	Pre B. Syl 3	FW	132	123	135	133	132
93	Parkch	Munje1-rul Dop	Post B. Syl 1	FW	110	111	105	112	101
94	Parkch	Munje1-rul Dop	Post B. Syl 2	FW	105	100	98	98	96

	Speaker	Phrase	Measure	FW	Data1	Data2	Data3	Data4	Data5
95	Parkch	Munje2-rul Dop	Pre-pre B, Syl	FW	99	99	92	99	102
96	Parkch	Munje2-rul Dop	Pre B, Syl 1	FW	100	110	105	107	101
97	Parkch	Munje2-rul Dop	Pre B, Syl 2	FW	111	116	107	116	115
98	Parkch	Munje2-rul Dop	Pre B, Syl 3	FW	115	115	103	122	119
99	Parkch	Munje2-rul Dop	Post B, Syl 1	FW	115	115	87	115	118
100	Parkch	Munje2-rul Dop	Post B, Syl 2	FW	108	103	82	104	110
101	Parkch	Munje1 Dop	Pre B, Syl 1	non-FW	122	117	116	116	119
102	Parkch	Munje1 Dop	Pre B, Syl 2	non-FW	124	119	125	121	126
103	Parkch	Munje1 Dop	Pre B, Syl 3	non-FW	124	121	128	123	130
104	Parkch	Munje1 Dop	Post B, Syl 1	non-FW	108	105	104	103	102
105	Parkch	Munje1 Dop	Post B, Syl 2	non-FW	100	99	98	98	100
106	Parkch	Munje2 Dop	Pre B, Syl 1	non-FW	101	110	103	105	105
107	Parkch	Munje2 Dop	Pre B, Syl 2	non-FW	106	111	108	105	108
108	Parkch	Munje2 Dop	Pre B, Syl 3	non-FW	108	114	112	103	108
109	Parkch	Munje2 Dop	Post B, Syl 1	non-FW	103	108	107	96	101
110	Parkch	Munje2 Dop	Post B, Syl 2	non-FW	94	96	94	87	97
111	Parkch	Minsu-rul Gol	Pre-pre B, Syl	FW	118	122	131	125	137
112	Parkch	Minsu-rul Gol	Pre B, Syl 1	FW	118	122	132	125	139
113	Parkch	Minsu-rul Gol	Pre B, Syl 2	FW	123	125	140	126	140
114	Parkch	Minsu-rul Gol	Pre B, Syl 3	FW	123	126	137	125	133
115	Parkch	Minsu-rul Gol	Post B, Syl 1	FW	102	105	111	101	116
116	Parkch	Minsu-rul Gol	Post B, Syl 2	FW	99	99	103	98	108
117	Parkch	Skate-rul Dul	Pre-pre B, Syl	FW	130	102	122		118
118	Parkch	Skate-rul Dul	Pre B, Syl 1	FW	110	103	108	107	108
119	Parkch	Skate-rul Dul	Pre B, Syl 2	FW	112	110	116	111	116
120	Parkch	Skate-rul Dul	Pre B, Syl 3	FW	111	108	118	111	113
121	Parkch	Skate-rul Dul	Post B, Syl 1	FW	103	105	96	101	109
122	Parkch	Skate-rul Dul	Post B, Syl 2	FW	100	100	94	96	103
123	Parkch	Minsu Gol	Pre B, Syl 1	non-FW	121	126	118	130	125
124	Parkch	Minsu Gol	Pre B, Syl 2	non-FW	115	125	113	129	124
125	Parkch	Minsu Gol	Pre B, Syl 3	non-FW	107	119	105	118	116
126	Parkch	Minsu Gol	Post B, Syl 1	non-FW	101	106	104	108	108
127	Parkch	Minsu Gol	Post B, Syl 2	non-FW	100	98	105	108	98
128	Parkch	Skate Dul	Pre B, Syl 1	non-FW			120	115	
129	Parkch	Skate Dul	Pre B, Syl 2	non-FW	113	121	115	114	116
130	Parkch	Skate Dul	Pre B, Syl 3	non-FW	108	115	106	108	111
131	Parkch	Skate Dul	Post B, Syl 1	non-FW	100	105	101	105	105
132	Parkch	Skate Dul	Post B, Syl 2	non-FW	92	102	95	101	99
133	Parksj	Chulsu-ga Sa	Pre-pre B, Syl	FW	141	146	145	152	148
134	Parksj	Chulsu-ga Sa	Pre B, Syl 1	FW	135	150	144	146	136
135	Parksj	Chulsu-ga Sa	Pre B, Syl 2	FW	139	146	142	144	134
136	Parksj	Chulsu-ga Sa	Pre B, Syl 3	FW	139	144	140	139	132
137	Parksj	Chulsu-ga Sa	Post B, Syl 1	FW	140	149	146	146	136
138	Parksj	Chulsu-ga Sa	Post B, Syl 2	FW	136	144	142	144	132
139	Parksj	Memo-rul Bo	Pre-pre B, Syl	FW	120	121	117	113	118
140	Parksj	Memo-rul Bo	Pre B, Syl 1	FW	128	129	134	118	128
141	Parksj	Memo-rul Bo	Pre B, Syl 2	FW	125	130	131	120	129

	Speaker	Phrase	Measure	FW	Data1	Data2	Data3	Data4	Data5
1	Hansh	Chulsu-ga Sa	Pre-pre B. Syl	FW	160	175	175	160	177
2	Hansh	Chulsu-ga Sa	Pre B. Syl 1	FW	166	179	172	173	172
3	Hansh	Chulsu-ga Sa	Pre B. Syl 2	FW	173	177	177	170	173
4	Hansh	Chulsu-ga Sa	Pre B. Syl 3	FW	177	166	175	166	172
5	Hansh	Chulsu-ga Sa	Post B. Syl 1	FW	179	172	173	172	173
6	Hansh	Chulsu-ga Sa	Post B. Syl 2	FW	172	166	175	160	170
7	Hansh	Memo-rul Bo	Pre-pre B. Syl	FW	124	125	130	129	125
8	Hansh	Memo-rul Bo	Pre B. Syl 1	FW	142	150	149	144	145
9	Hansh	Memo-rul Bo	Pre B. Syl 2	FW	153	155	161	145	148
10	Hansh	Memo-rul Bo	Pre B. Syl 3	FW	156	146	163	146	149
11	Hansh	Memo-rul Bo	Post B. Syl 1	FW	115	115	117	114	114
12	Hansh	Memo-rul Bo	Post B. Syl 2	FW	103	101	113	108	106
13	Hansh	Chulsu Sa	Pre B. Syl 1	non-FW	177	181	179	190	177
14	Hansh	Chulsu Sa	Pre B. Syl 2	non-FW	175	186	175	202	188
15	Hansh	Chulsu Sa	Pre B. Syl 3	non-FW	172	181	170	205	192
16	Hansh	Chulsu Sa	Post B. Syl 1	non-FW	164	172	161	172	168
17	Hansh	Chulsu Sa	Post B. Syl 2	non-FW	164	173	164	173	166
18	Hansh	Memo Bo	Pre B. Syl 1	non-FW	142	136	136	145	140
19	Hansh	Memo Bo	Pre B. Syl 2	non-FW	155	144	145	156	149
20	Hansh	Memo Bo	Pre B. Syl 3	non-FW	158	137	146	160	152
21	Hansh	Memo Bo	Post B. Syl 1	non-FW	122	112	122	121	114
22	Hansh	Memo Bo	Post B. Syl 2	non-FW	106	105	104	117	109
23	Hansh	Munje1-rul Dop	Pre-pre B. Syl	FW	135	135	142	135	135
24	Hansh	Munje1-rul Dop	Pre B. Syl 1	FW	134	144	146	153	146
25	Hansh	Munje1-rul Dop	Pre B. Syl 2	FW	150	148	160	160	150
26	Hansh	Munje1-rul Dop	Pre B. Syl 3	FW	153	148	158	160	145
27	Hansh	Munje1-rul Dop	Post B. Syl 1	FW	130	123	136	134	130
28	Hansh	Munje1-rul Dop	Post B. Syl 2	FW	120	121	125	125	123
29	Hansh	Munje2-rul Dop	Pre-pre B. Syl	FW	118	115	124	122	120
30	Hansh	Munje2-rul Dop	Pre B. Syl 1	FW	131	135	153	152	160
31	Hansh	Munje2-rul Dop	Pre B. Syl 2	FW	149	149	166	164	175
32	Hansh	Munje2-rul Dop	Pre B. Syl 3	FW	160	160	173	173	186
33	Hansh	Munje2-rul Dop	Post B. Syl 1	FW	158	150	170	168	119
34	Hansh	Munje2-rul Dop	Post B. Syl 2	FW	135	136	158	152	110
35	Hansh	Munje1 Dop	Pre B. Syl 1	non-FW	153	170	170	164	166
36	Hansh	Munje1 Dop	Pre B. Syl 2	non-FW	163	177	179	175	173
37	Hansh	Munje1 Dop	Pre B. Syl 3	non-FW	164	179	190	186	188
38	Hansh	Munje1 Dop	Post B. Syl 1	non-FW	128	125	130	131	134
39	Hansh	Munje1 Dop	Post B. Syl 2	non-FW	125	125	130	126	129
40	Hansh	Munje2 Dop	Pre B. Syl 1	non-FW	156	152	155	148	159
41	Hansh	Munje2 Dop	Pre D. Syl 2	non-FW	172	164	168	158	162
42	Hansh	Munje2 Dop	Pre B. Syl 3	non-FW	175	175	175	170	168
43	Hansh	Munje2 Dop	Post B. Syl 1	non-FW	134	119	125	115	117
44	Hansh	Munje2 Dop	Post B. Syl 2	non-FW	116	108	116	111	116
45	Hansh	Minsu-rul Gol	Pre-pre B. Syl	FW	131	140	155	149	146
46	Hansh	Minsu-rul Gol	Pre B. Syl 1	FW	146	148	155	148	144
47	Hansh	Minsu-rul Gol	Pre B. Syl 2	FW	156	152	159	149	150

	Speaker	Phrase	Measure	FW	Data1	Data2	Data3	Data4	Data5
142	Parksj	Memo-rul Bo	Pre B. Syl 3	FW	119	129	136	115	124
143	Parksj	Memo-rul Bo	Post B. Syl 1	FW	110	112	103	107	102
144	Parksj	Memo-rul Bo	Post B. Syl 2	FW	100	105	101	100	95
145	Parksj	Chulsu Sa	Pre B. Syl 1	non-FW	149		163	164	
146	Parksj	Chulsu Sa	Pre B. Syl 2	non-FW	142	164	155	149	156
147	Parksj	Chulsu Sa	Pre B. Syl 3	non-FW	133	148	137	134	145
148	Parksj	Chulsu Sa	Post B. Syl 1	non-FW	136	160	148	146	153
149	Parksj	Chulsu Sa	Post B. Syl 2	non-FW	132	153	140	141	145
150	Parksj	Memo Bo	Pre B. Syl 1	non-FW	115	131	122	122	123
151	Parksj	Memo Bo	Pre B. Syl 2	non-FW	115	124	121	125	123
152	Parksj	Memo Bo	Pre B. Syl 3	non-FW	114	133	122	125	118
153	Parksj	Memo Bo	Post B. Syl 1	non-FW	107	117	107	115	106
154	Parksj	Memo Bo	Post B. Syl 2	non-FW	98	105	100	101	102
155	Parksj	Munje1-rul Dop	Pre-pre B. Syl	FW	126	139	129	132	133
156	Parksj	Munje1-rul Dop	Pre B. Syl 1	FW	128	140	133	136	135
157	Parksj	Munje1-rul Dop	Pre B. Syl 2	FW	130	136	129	139	137
158	Parksj	Munje1-rul Dop	Pre B. Syl 3	FW	132	139	131	131	133
159	Parksj	Munje1-rul Dop	Post B. Syl 1	FW	125	117	121	124	125
160	Parksj	Munje1-rul Dop	Post B. Syl 2	FW	110	110	111	116	115
161	Parksj	Munje2-rul Dop	Pre-pre B. Syl	FW	107	121	113	107	115
162	Parksj	Munje2-rul Dop	Pre B. Syl 1	FW	109	115	113	108	118
163	Parksj	Munje2-rul Dop	Pre B. Syl 2	FW	111	125	115	108	120
164	Parksj	Munje2-rul Dop	Pre B. Syl 3	FW	111	122	115	105	118
165	Parksj	Munje2-rul Dop	Post B. Syl 1	FW	106	118	111	103	114
166	Parksj	Munje2-rul Dop	Post B. Syl 2	FW	105	114	106	100	108
167	Parksj	Munje1 Dop	Pre B. Syl 1	non-FW	136	139	134	135	132
168	Parksj	Munje1 Dop	Pre B. Syl 2	non-FW	134	136	133	135	136
169	Parksj	Munje1 Dop	Pre B. Syl 3	non-FW	132	134	135	133	137
170	Parksj	Munje1 Dop	Post B. Syl 1	non-FW	128	125	129	123	123
171	Parksj	Munje1 Dop	Post B. Syl 2	non-FW	115	118	113	111	116
172	Parksj	Munje2 Dop	Pre B. Syl 1	non-FW	104	111	102	107	107
173	Parksj	Munje2 Dop	Pre B. Syl 2	non-FW	104	111	101	103	105
174	Parksj	Munje2 Dop	Pre B. Syl 3	non-FW	103	108	111	105	103
175	Parksj	Munje2 Dop	Post B. Syl 1	non-FW	106	103	98	104	101
176	Parksj	Munje2 Dop	Post B. Syl 2	non-FW	101	100	99	103	98
177	Parksj	Minsu-rul Gol	Pre-pre B. Syl	FW	135	141	140	123	134
178	Parksj	Minsu-rul Gol	Pre B. Syl 1	FW	133	139	134	130	134
179	Parksj	Minsu-rul Gol	Pre B. Syl 2	FW	132	139	134	131	132
180	Parksj	Minsu-rul Gol	Pre B. Syl 3	FW	132	135	134	130	133
181	Parksj	Minsu-rul Gol	Post B. Syl 1	FW	118	130	118	121	121
182	Parksj	Minsu-rul Gol	Post B. Syl 2	FW	113	125	115	120	121
183	Parksj	Skate-rul Dul	Pre-pre B. Syl	FW	132	131		124	125
184	Parksj	Skate-rul Dul	Pre B. Syl 1	FW	121	132	130	124	128
185	Parksj	Skate-rul Dul	Pre B. Syl 2	FW	125	130	129	125	130
186	Parksj	Skate-rul Dul	Pre B. Syl 3	FW	123	128	130	124	126
187	Parksj	Skate-rul Dul	Post B. Syl 1	FW	121	124	113	114	111
188	Parksj	Skate-rul Dul	Post B. Syl 2	FW	109	116	112	110	104

	Speaker	Phrase	Measure	FW	Data1	Data2	Data3	Data4	Data5
189	Parksj	Minsu Gol	Pre B, Syl 1	non-FW	132	139	136	136	145
190	Parksj	Minsu Gol	Pre B, Syl 2	non-FW	132	141	135	140	133
191	Parksj	Minsu Gol	Pre B, Syl 3	non-FW	134	146	125	134	117
192	Parksj	Minsu Gol	Post B, Syl 1	non-FW	128	133	122	126	126
193	Parksj	Minsu Gol	Post B, Syl 2	non-FW	120	129	120	124	121
194	Parksj	Skate Dul	Pre B, Syl 1	non-FW	130	134	128	126	
195	Parksj	Skate Dul	Pre B, Syl 2	non-FW	122	128	123	123	133
196	Parksj	Skate Dul	Pre B, Syl 3	non-FW	116	118	125	124	116
197	Parksj	Skate Dul	Post B, Syl 1	non-FW	111	121	115	123	120
198	Parksj	Skate Dul	Post B, Syl 2	non-FW	107	117	116	111	117

	Speaker	Measure	Syl	FW	Data1	Data2	Data3	Data4	Data5
1	Hansh	Chulsu	pre-pre-B.	FW	73.26	72.33	72.49	65.31	70.07
2	Hansh	Chulsu	pre-B.	FW	76.63	75.03	75.42	70.85	74.01
3	Hansh	Chulsu	post-B.	FW	74.92	72.03	71.75	67.58	71.01
4	Hansh	Memo	pre-pre-B.	FW	72.37	70.97	69.69	65.82	67.04
5	Hansh	Memo	pre-B.	FW	74.92	73.44	70.52	69.38	70.45
6	Hansh	Memo	post-B.	FW	67.80	66.46	63.18	58.73	61.80
7	Hansh	Chulsu	pre-B.	non-FW	70.87	69.20	71.40	73.39	71.09
8	Hansh	Chulsu	post-B.	non-FW	70.22	66.94	68.72	69.69	70.01
9	Hansh	Memo	pre-B.	non-FW	72.13	67.28	69.65	71.32	69.61
10	Hansh	Memo	post-B.	non-FW	62.25	60.33	60.47	63.79	58.14
11	Hansh	Munje1	pre-pre-B.	FW	76.86	74.29	73.03	72.07	69.85
12	Hansh	Munje1	pre-B.	FW	76.51	72.68	71.72	71.65	71.56
13	Hansh	Munje1	post-B.	FW	70.09	68.60	65.33	64.15	63.77
14	Hansh	Munje2	pre-pre-B.	FW	72.30	69.95	66.38	66.19	65.53
15	Hansh	Munje2	pre-B.	FW	72.85	71.16	70.12	68.74	67.44
16	Hansh	Munje2	post-B.	FW	71.76	68.52	65.55	66.12	65.37
17	Hansh	Munje1	pre-B.	non-FW	75.27	73.43	71.93	72.16	71.64
18	Hansh	Munje1	post-B.	non-FW	69.14	69.93	67.76	66.50	68.81
[illegible]	[illegible]	Munje2	pre-B.	non-FW	70.14	70.10	68.25	69.34	69.86
20	Hansh	Munje2	post-B.	non-FW	65.21	67.93	69.54	67.97	66.79
21	Hansh	Minsu	pre-pre-B.	FW	73.19	71.81	71.29	71.96	70.75
22	Hansh	Minsu	pre-B.	FW	73.41	73.55	73.18	72.70	71.55
23	Hansh	Minsu	post-B.	FW	69.20	69.49	69.67	67.46	68.65
24	Hansh	Skate	pre-pre-B.	FW	70.26	69.32	70.41	68.10	69.10
25	Hansh	Skate	pre-B.	FW	71.63	72.23	69.89	70.61	69.00
26	Hansh	Skate	post-B.	FW	70.21	70.91	68.59	66.85	67.95
27	Hansh	Minsu	pre-B.	non-FW	72.55	72.51	73.35	72.50	69.81
28	Hansh	Minsu	post-B.	non-FW	71.23	71.36	69.29	68.20	67.30
29	Hansh	Skate	pre-B.	non-FW	74.13	72.59	72.16	70.87	67.93
30	Hansh	Skate	post-B.	non-FW	69.63	68.82	66.21	67.76	64.86
31	Parkch	Chulsu	pre-pre-B.	FW	71.38	70.47	70.68	72.81	69.38
32	Parkch	Chulsu	pre-B.	FW	75.31	74.67	73.50	75.27	74.91
33	Parkch	Chulsu	post-B.	FW	70.58	70.75	70.15	71.53	68.29
34	Parkch	Memo	pre-pre-B.	FW	69.90	71.47	68.20	67.89	65.60
35	Parkch	Memo	pre-B.	FW	71.60	72.44	69.22	69.08	65.72
36	Parkch	Memo	post-B.	FW	67.50	68.04	66.95	64.88	63.01
37	Parkch	Chulsu	pre-B.	non-FW	73.96	72.91	73.27	72.83	70.79
38	Parkch	Chulsu	post-B.	non-FW	71.12	72.56	69.41	70.50	68.08
39	Parkch	Memo	pre-B.	non-FW	71.66	69.41	69.77	69.40	66.94
40	Parkch	Memo	post-B.	non-FW	67.29	65.78	62.41	65.70	62.38
41	Parkch	Munje1	pre-pre-B.	FW	75.19	71.41	72.40	72.79	72.42
42	Parkch	Munje1	pre-B.	FW	74.24	71.66	72.89	72.20	72.53
43	Parkch	Munje1	post-B.	FW	67.52	67.16	67.83	64.11	66.53
44	Parkch	Munje2	pre-pre-B.	FW	71.07	69.02	67.89	68.76	68.15
45	Parkch	Munje2	pre-B.	FW	69.96	69.14	67.69	67.19	67.89
46	Parkch	Munje2	post-B.	FW	68.19	65.68	64.98	65.78	64.75
47	Parkch	Munje1	pre-B.	non-FW	75.11	70.10	73.06	72.98	71.06
48	Parkch	Munje1	post-B.	non-FW	69.44	64.78	67.65	66.20	65.75
49	Parkch	Munje2	pre-B.	non-FW	70.56	67.64	69.49	68.11	68.37
50	Parkch	Munje2	post-B.	non-FW	67.03	65.25	65.56	64.17	63.73
51	Parkch	Minsu	pre-pre-B.	FW	71.23	63.83	64.08	66.88	66.62

	Speaker	Measure	Syl	FW	Data1	Data2	Data3	Data4	Data5
52	Parkch	Minsu	pre-B.	FW	74.57	69.54	69.56	71.76	72.72
53	Parkch	Minsu	post-B.	FW	71.04	65.46	65.34	68.56	69.93
54	Parkch	Skate	pre-pre-B.	FW	66.86	61.82	61.92	60.42	67.84
55	Parkch	Skate	pre-B.	FW	71.65	68.56	65.06	69.37	70.03
56	Parkch	Skate	post-B.	FW	69.24	67.98	63.02	65.58	66.33
57	Parkch	Minsu	pre-B.	non-FW	69.71	67.80	71.99	71.57	69.85
58	Parkch	Minsu	post-B.	non-FW	67.68	67.07	72.10	69.51	69.60
59	Parkch	Skate	pre-B.	non-FW	67.03	68.96	72.64	70.15	69.48
60	Parkch	Skate	post-B.	non-FW	69.30	66.05	69.61	68.38	66.89
61	Parksj	Chulsu	pre-pre-B.	FW	67.33	66.68	68.54	61.70	64.83
62	Parksj	Chulsu	pre-B.	FW	72.31	74.56	73.81	74.00	77.63
63	Parksj	Chulsu	post-B.	FW	72.89	73.44	72.63	69.75	73.45
64	Parksj	Memo	pre-pre-B.	FW	69.62	69.45	67.20	70.53	71.03
65	Parksj	Memo	pre-B.	FW	69.24	68.12	69.24	68.92	70.05
66	Parksj	Memo	post-B.	FW	69.94	69.35	70.62	69.38	70.79
67	Parksj	Chulsu	pre-B.	non-FW	66.24	67.88	66.98	65.88	65.81
68	Parksj	Chulsu	post-B.	non-FW	70.19	72.04	73.12	73.00	76.00
69	Parksj	Memo	pre-B.	non-FW	65.26	68.68	68.92	71.80	72.52
70	Parksj	Memo	post-B.	non-FW	66.95	70.73	69.70	68.68	71.87
71	Parksj	Munje1	pre-pre-B.	FW	71.52	76.00	69.89	72.37	73.70
72	Parksj	Munje1	pre-B.	FW	71.84	73.73	68.33	69.19	72.58
73	Parksj	Munje1	post-B.	FW	67.02	70.71	68.22	65.79	69.88
74	Parksj	Munje2	pre-pre-B.	FW	67.85	72.51	68.11	67.20	69.48
75	Parksj	Munje2	pre-B.	FW	67.10	69.76	64.24	67.75	67.88
76	Parksj	Munje2	post-B.	FW	67.69	72.18	67.07	67.95	71.62
77	Parksj	Munje1	pre-B.	non-FW	71.68	74.91	73.11	71.05	74.28
78	Parksj	Munje1	post-B.	non-FW	68.87	74.51	70.07	68.99	69.19
79	Parksj	Munje2	pre-B.	non-FW	64.06	72.28	67.09	65.08	71.82
80	Parksj	Munje2	post-B.	non-FW	66.04	71.20	62.27	66.06	67.76
81	Parksj	Minsu	pre-pre-B.	FW	72.23	70.54	68.76	66.64	70.83
82	Parksj	Minsu	pre-B.	FW	71.03	70.40	69.95	67.69	71.35
83	Parksj	Minsu	post-B.	FW	71.35	72.01	70.51	69.92	70.82
84	Parksj	Skate	pre-pre-B.	FW	67.65	69.54	64.29	67.15	70.46
85	Parksj	Skate	pre-B.	FW	66.81	69.65	67.45	67.28	70.42
86	Parksj	Skate	post-B.	FW	66.38	66.54	64.97	65.55	65.45
87	Parksj	Minsu	pre-B.	non-FW	66.87	70.13	68.75	68.03	72.39
88	Parksj	Minsu	post-B.	non-FW	68.17	72.22	70.47	72.78	73.39
89	Parksj	Skate	pre-B.	non-FW	69.76	66.99	66.77	66.66	68.54
90	Parksj	Skate	post-B.	non-FW	65.98	66.90	67.35	65.30	69.84